



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Obtención de bioplástico a partir de *Opuntia ficus indica*
reforzado con almidón de *Ipomoea batatas***

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Gamboa Najarro, Sandra (ORCID: 0000-0003-2309-4014)

ASESOR:

Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-8683-5054)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Esta investigación lo dedico a mis padres, hermanos además de mi pareja por el apoyo incondicional y motivación constante brindada durante el camino universitario para lograr mis objetivos satisfactoriamente.

Agradecimiento

Expreso el agradecimiento a mi asesor, Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto, por la motivación, paciencia, apoyo en cada momento para elaborar mi investigación. Asimismo, a los docentes y la Universidad Cesar Vallejo que a lo largo de la vida universitaria me brindó conocimientos y sugerencias para ser excelentes profesionales.

Índice de contenido

Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
III. METODOLOGÍA	9
3.1. Tipo y diseño de investigación	9
3.2. Variables y operacionalización	10
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:	11
3.5. Procedimientos	13
3.6. Método de análisis de datos	23
3.7. Aspectos éticos	23
IV. RESULTADOS	24
V. DISCUSIÓN	46
VI. CONCLUSIONES	50
VII. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS	52
ANEXOS	66

Índice de tablas

Tabla 1. Porcentaje de la validación de juicios de expertos	12
Tabla 2. Caracterización del nopal <i>Opuntia ficus indica</i>	24
Tabla 3. Parámetros físico química del mucílago <i>Opuntia ficus indica</i>	25
Tabla 4. Caracterización del <i>Ipomoea batatas</i>	25
Tabla 5. Propiedades fisicoquímico de <i>Ipomoea batata</i> rayado.....	26
Tabla 6. Parámetros de obtención del bioplástico <i>Opuntia ficus indica</i> reforzado <i>Ipomoea batatas</i>	27
Tabla 7. Análisis de parámetros del suelo agrícola del distrito de Puente Piedra _ Perú _ biodegradación del bioplástico.	28
Tabla 8. Análisis de parámetros mecánicos y biodegradabilidad del bioplástico	29
Tabla 9. Monitoreo de la biodegradación del bioplástico por cada 5 días	30
Tabla 10. Prueba ANOVA para el tiempo de secado Análisis de Varianza	34
Tabla 11. Prueba de Tukey para el tiempo de secado a confianza de 95%	35
Tabla 12. Prueba de ANOVA para el ensayo de tracción	39
Tabla 13. Prueba de Tukey para el ensayo de tracción a confianza de 95%	40
Tabla 14. Prueba de ANOVA para el ensayo de elongación.....	44
Tabla 15. Prueba de Tukey para el ensayo de elongación a confianza de 95%	45

Índice de figuras

Figura 1. Flujograma de la recolección y análisis del <i>Opuntia ficus indica</i> ...	13
Figura 2. Flujograma de la recolección muestra y análisis del <i>Ipomoea</i>	15
Figura 3. Flujograma de la obtención del bioplástico	17
Figura 4. Flujograma de análisis del bioplástico	19
Figura 5. Efecto del <i>Opuntia ficus indica</i> respecto al tiempo de secado	30
Figura 6. Área del bioplástico en las muestras M2(15g), M3(20g) y M4(25g).....	31
Figura 7. Prueba de tracción de las muestras (M2, M3 y M4).....	32
Figura 8. Prueba de elongación de las muestras (M2, M3 y M4)	32
Figura 9. Prueba de Normalidad del tiempo de secado (días)	33
Figura 10. Prueba de Normalidad de tracción de B-15 g	36
Figura 11. Prueba de Normalidad de la tracción de B-20 g.....	37
Figura 12. Prueba de Normalidad de la tracción de B-25 g.....	38
Figura 13. Prueba de Normalidad de elongación de B-15 g.....	41
Figura 14. Prueba de Normalidad de elongación de B-20 g.....	42
Figura 15. Prueba de Normalidad de elongación de B-25 g.....	43

Resumen

Actualmente, varios países exceden el uso de plástico convencional, generando alteraciones ambientales negativas. El *Opuntia ficus indica* y el *Ipomoea batatas* pueden generar bioplásticos competitivos con polímeros. Por tanto, el objetivo de la investigación fue obtener bioplástico a partir del *Opuntia ficus indica* reforzado con almidón de *Ipomoea batatas*. El tipo de investigación fue aplicada con enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental. Para la elaboración del bioplástico se extrajo el mucílago de *Opuntia ficus indica*, asimismo, se obtuvo el almidón del *Ipomoea batatas* mediante el rayado y filtración. Seguidamente, se procedió al mezclado del mucílago, almidón, glicerina, ácido acético, agua destilada, canela y clavo de olor. Se obtuvieron muestras de bioplásticos con diferentes dosis de mucílago. Los resultados indicaron que la muestra de bioplástico con 20 g de mucílago presentó las mejores propiedades mecánicas como resistencia $2,3984e^{-5}$ MPa y elongación 638%. Asimismo, el bioplástico presentó una buena biodegradación en suelo agrícola con el 99,99% en 35 días. Finalmente, se concluye que el bioplástico cumplió con las propiedades de elasticidad y resistencia, considerándose apto para la elaboración de bolsas para plantas y uso agrícola debido al menor tiempo de biodegradabilidad.

Palabras claves: *Opuntia ficus indica*, *Ipomoea batatas*, bioplástico, propiedades mecánicas, biodegradación

Abstract

Currently, several countries exceed the use of conventional plastic, generating negative environmental alterations. *Opuntia ficus indica* and *Ipomoea batatas* can generate competitive bioplastics with polymers. Therefore, the objective of the research was to obtain bioplastic from *Opuntia ficus indica* reinforced with *Ipomoea batatas* starch. The type of research was applied with a quantitative approach and quasi-experimental design. For the production of the bioplastic, the mucilage of *Opuntia ficus indica* was extracted, likewise, the starch of *Ipomoea batatas* was obtained using scratching and filtering. Next, the mucilage, starch, glycerin, acetic acid, distilled water, cinnamon, and cloves were mixed. Bioplastic samples with different doses of mucilage were obtained. The results indicated that the bioplastic sample with 20 g of mucilage presented the best mechanical properties such as resistance $2.3984e-5$ MPa and elongation 638%. Likewise, the bioplastic presented good biodegradation in agricultural soil with 99.99% in 35 days. Finally, it is concluded that the bioplastic fulfilled the properties of elasticity and resistance, being suitable for the elaboration of bags for plants and agricultural use due to the shorter biodegradability time.

Keywords: *Opuntia ficus indica*, *Ipomoea batatas*, bioplastic, mechanical properties, biodegradation

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el crecimiento poblacional y su desarrollo en la sociedad a través de sus avances tecnológicos trajo consigo consecuencias negativas a los recursos naturales generando la contaminación ambiental. Dentro de los avances industriales tenemos la producción de plástico que en el año 2017 incrementó en un 4% alcanzando los 322 millones de toneladas anuales y se estimó que para el año 2050 se alcanzará los 2,000 millones de toneladas anuales, ocasionando grandes residuos que contaminan los mares y océanos, (Rojo y Montoto, 2017). Además, Gambini et al. (2019) señalaron que los residuos sólidos presentes en la playa de San Pedro de Lurín en el año 2018 fueron el 70% de plásticos, generando un gran impacto al ecosistema marino particularmente estos son desechados por turistas locales y de pescadores.

En el Perú se genera aproximadamente 3 mil millones de bolsas de plástico, representando un total de 30 kg anuales por ciudadano (Casas, 2019). En la ciudad de ICA, se produjo 507.75 tn de residuos sólidos, de los cuales un 11% corresponden a plásticos que irá incrementando en un 3% por año (Saravia, 2016). Esto indica que la generación de residuos sólidos es una incertidumbre ambiental por las diferentes actividades antropogénicas. Por ello, existe la necesidad de reemplazar el plástico convencional por uno biodegradable y que sea amigable con el medio ambiente.

Con respecto a la problemática ambiental, se planteó como problema general: ¿De qué manera se obtiene el bioplástico a partir de *Opuntia ficus indica* reforzado con almidón de *Ipomoea batatas*?, y como problemas específicos: ¿Qué características presentan el *Opuntia ficus indica* y el *Ipomea batatas*?, ¿Cuáles son las dosis óptimas del *Opuntia ficus indica* para la obtención del bioplástico?, ¿Cuáles son los parámetros mecánicos del bioplástico obtenido con *Opuntia ficus indica* reforzado con el almidón de *Ipomoea batatas*? y ¿Cuánto es el tiempo de biodegradabilidad del bioplástico de *Opuntia ficus indica* reforzado con almidón de *Ipomoea batatas* en suelo agrícola?

El presente proyecto de investigación se justificó de manera ambiental porque, el bioplástico del *Opuntia ficus indica* reforzado con el *Ipomea batatas*

presenta su fácil deterioro en el medio ambiente, ya que cuenta con características no tóxicas para el ecosistema, aporte en el composteo y además son producidos los bioplásticos partiendo de ingredientes renovables. Por lo tanto, se logrará la reducción a la contaminación de bolsas convencionales y su excesivo uso de polietileno. Asimismo, cuenta con una justificación social porque se contrarresta las enfermedades ocasionadas por la acumulación y larga vida útil por parte de los plásticos convencionales. Por ello, UNEP (2018) menciona que producen caldos de cultivo de mosquitos generando la transmisión de enfermedades como la malaria. También, se justifica de manera económica, porque es una alternativa de bajo costo a comparación de otros bioplásticos, la materia prima de *Opuntia ficus indica* es de fácil acceso la cual se recolectó del mercado "El Trébol de Caquetá", además de aplicar nuevos subproductos que reemplazarían a los productos convencionales mejorando en sus propiedades como elongación y tracción.

En respuesta a las preguntas, se formuló como objetivo general: Obtener el bioplástico a partir de *Opuntia ficus indica* reforzado con almidón de *Ipomoea batatas* y en objetivos específicos son: evaluar las características que presentan el *Opuntia ficus indica* y el *Ipomea batatas*; determinar cuál es la dosis óptima del *Opuntia ficus indica* para la obtención del bioplástico, determinar los parámetros mecánicos del bioplástico obtenido con *Opuntia ficus indica* reforzado con almidón de *Ipomoea batatas* y evaluar la biodegradación del bioplástico de *Opuntia ficus indica* reforzado con el almidón de *Ipomoea batatas* en suelo agrícola.

Se planteó la hipótesis general: El bioplástico se obtuvo por el método de extracción del *Opuntia ficus indica* reforzado con almidón de *Ipomoea batatas* y en hipótesis específicas son: la característica del *Opuntia ficus indica* es la viscosidad 0,18 CP y humedad 90% asimismo del almidón *Ipomea batatas* el tamaño de partícula 0.25 mm que aporta al bioplástico; la dosis óptima es de 20 g de *Opuntia ficus indica* para sus características apropiadas para la obtención del polímero natural, los parámetros mecánicos obtenidos del bioplástico son: 1.80 MPa tracción, 59.85 % elongación y biodegradabilidad en suelo agrícola fue de 40 días con la tasa de degradación de 90%.

II. MARCO TEÓRICO

Los **plásticos** o polímeros son sintéticos derivados de hidrocarburos de petróleo que perjudican al medio ambiente puesto que son un grave problema en los diferentes ecosistemas terrestres y acuáticos. El polímero está formado por macrolásticos, microplásticos y nanoplásticos que son residuos sólidos de difícil degradación por la gran persistencia en el tiempo (Flores, 2020).

El **bioplástico** es una composición sostenible al medio ambiente y su preparación es a partir de fuentes naturales de mayor peso molecular como el almidón, celulosa, entre otros (Chariguamán, 2015; Avellán et al., 2020). Ángeles (2016) obtuvo un bioplástico de almidón de malanga, que se requirió de reactivos como glicerina, ácido acético 0.1 M, agua destilada, hidróxido de sodio 0.1 M y almidón, que fueron propicios para su degradación, parámetro mecánico y densidad. Además, Haro, Borja y Triviño (2017) en el bioplástico de plátano verde realizaron análisis de las características mecánicas similares a los sintéticos, logrando el reaprovechamiento de los recursos naturales.

La concentración de una disolución es la cantidad de soluto (fármaco) disuelta en una determinada cantidad de disolvente o disolución

Por otro lado, Miranda y Llanqui (2019) analizaron las **concentraciones** de mucílago del *Opuntia ficus indica*, para demostrar que menor de 5g de mucílago el bioplástico presentará condiciones más favorables frente a las pruebas físicas y mecánicas. Además, Lama (2018) según los resultados es apto y eficiente para el recubrimiento de alimentos, por ende, se brinda mayor elasticidad con mayor resistencia y alargamiento.

Para la obtención del bioplástico existen diferentes formas como el **método de extracción** que consiste en separar los componentes solubles del sólido utilizando un solvente de líquido (Medina, 2015). Scognamiglio et al. (2020) compararon tres métodos para extracción: maceración desnuda (MA), mezcla mecánica (ME) y después la maceración (MPM) para producir películas con un espesor 150 μm aproximadamente. El proceso de maceración resultó mayor efectivo por su rendimiento. Por ende, Díaz (2019)

determinó que la mayor extracción y rendimiento de la pectina es de 80°C en tiempos de 30 min, porque en temperaturas mayores se produce la desnaturalización y consecuentemente disminuye su esterificación. Además, como lo menciona Pilligua (2017) en la extracción de la pectina del nopal y su aplicación en un dulce de cacao demostró que el nopal es un ingrediente alternativo espesante realizado mediante hidrólisis ácida. Los resultados demostraron un rendimiento 81.83 % de esterificación. Indicando que el nopal posee una pectina de alto metoxilo, lo cual le convierte en una alternativa natural.

Pinango (2019) estableció las condiciones óptimas de extracción de inulina cruda de *Opuntia ficus indica* mediante el proceso de extracción sólido-líquido (**maceración**). Se relacionaron dos variables (temperatura: 75 °C - 85°C) y volumen (3 H₂O/g y 4 ml tuna), siendo la relación disolvente/soluto la más influyente. Huanca (2017) señala que el **tratamiento térmico** aporta en la destrucción de la carga microbiana que origina daño en su calidad física, biológica y química.

Romero et al. (2016) en sus estudios determinaron que la **gelatinización** es un procedimiento ligado con el calentamiento de la fécula en H₂O, glicerina, pectina y el almidón el cual produce un buen bioplástico (Marichelvam, Jawaid y Asim, 2019). Asimismo, este es afectado si se vierte mayor concentración de almidón y no se mezcla de manera proporcionada los elementos (López, Jiménez y Delgado, 2016).

El *Opuntia ficus indica* es conocida comúnmente como tuna, penca o higo indio perteneciente a la familia angiospermas dicotiledóneas cactáceas, que se originan en zonas áridas y semiáridas y cuenta con alta producción de biomasa Gonçalves et al. (2020), por ello Adli et al. (2019) confirieron que su desarrollo se adapta a condiciones adversas (temperatura, suelos nutricionalmente pobres y erosión), un tiempo de crecimiento de 8 meses. Barba, Putnik y Bursac (2020) precisaron que alrededor 1500 especies pertenecen a la familia de cactus y crecen en los países mediterráneos, continente Latinoamérica y África.

Carrillo, Gómez y Suarez (2017) mencionaron que el ***Opuntia ficus indica*** es un polisacárido espesante, que posibilita el grado de plasticidad y la disminución de permeabilidad de líquidos. Villa et al. (2020) identificaron que contiene propiedades emulsificantes, viscosidad y elasticidad enfatizando que es lo más importante para la obtención del bioplástico (Galicia et al., 2017). Por el contrario, Vargas et al. (2018) realizaron el análisis en polvo seco del mucílago por el método de microscopia de barrido y dispersión de rayos X obteniéndose en la imagen una superficie rugosa además de porosa la cual brinda gran capacidad de absorción de agua e hinchamiento.

El cultivo de la batata es importante a nivel mundial por sus nutrientes y su industrialización. El ***Ipomoea batatas***, corresponde al núcleo familiar convolvulaceae, género *Ipomoea* y especie *Ipomea batatas* L. famosa con diversos nombres: papa dulce, batata y boniato. Además, su aspecto es oblonga en los extremos y una prominencia centrada (Vidal et al., 2018). Su cultivo es en suelos escasos de materia orgánica (M.O), pequeños niveles de fertilidad, admite los excedentes en lluvias y sequías (Tunque, 2017).

El *Ipomoea batatas* se caracteriza por contener un limitado lapso vegetativo, muchos nutrientes, alta densidad de azúcares, gran productividad y rusticidad además de que este podría ser plantado en distintas épocas (Cuadrado, 2019).

Arrieta y Jiménez (2017) determinaron que las féculas adquieren características funcionales en amilosa, propiedades firmes confiriéndole una preeminente alta temperatura de gelatinización, prominencia del gránulo y viscosidad por el método de enfriamiento. Similarmente, Solarte et al. (2019) indican que, la recristalización de féculas gelatinizadas y amilosa fueron favorables con el método de yodo (I) estandarizado y colorimetría. Por ello, la amilosa fue 20 - 30% y la amilopectina 70-80%. En los estudios del almidón de *Alocacia m.*, se determina que son complicados de gelatinizar en el extremo de que pocos están integrados por amilopectina. Por ello, se sometió por el método de Amilograma, resultando 9,70 % de amilosa y 90,30% de amilopectina (Arias ,2019).

Sánchez (2017) indica que, la **elongación** es un proceso de estiramiento persistente, es decir, un incremento de la masa longitudinal. Susilawati (2019), menciona que el porcentaje del desarrollo de longitud de un bioplástico, es ajustado a partir de la longitud inicial una vez que se retira hasta que la película se rompe. Además, es medido con el mismo instrumento para calcular la resistencia a la tracción y la elongación. Por ello, los parámetros mecánicos como la resistencia a la tracción es la capacidad de soportar la deformación “MPa”, medidas con un texturómetro (Vejarano y Siche, 2017). Además, de calcular esta resistencia en escalas de muy baja, baja, intermedia, fuerte y muy fuerte (Yihong, Yisheng y Rao, 2017).

La calidad de la elongación es fuertemente influenciada por el tipo de almidón y materiales como el glicerol, por ende, se consideró la adición de glicerol 4 - 43% y sin la adición se mostró 8.1 - 50.98% de elongación. En comparación con el bioplásticos de almidón de *batatas* tuvo el valor de alargamiento 38,50%. Es decir, que se logró mayor porcentaje de elongación sin la adición de glicerol (Azmi, 2021).

En la producción del bioplástico al utilizar (jugo de nopal, glicerina, proteína y cera) se perfecciona la resistencia y un porcentaje de elongación en comparación con la utilización de mucílago de nopal mezclado con glicerina (Arteaga y Zavala, 2018). Además, Pascoe, Martinez y Varela (2019) confirman que la humedad afecta notablemente en la resistencia y elasticidad del bioplástico.

La **resistencia a la tracción** funciona de forma opuesto a la elongación, porque las láminas con alta elongación poseen baja resistencia de tracción por esa razón los elementos trabajan de forma inversa, con llevando a la pectina en una optimización a las propiedades de resistencia de la lámina (López, Osorio y Checa, 2019).

Chocano (2019) investigó propiedades físicas y mecánicas de una biopelícula de *Solanum tuberosum* y mucílago de *Opuntia ficus* obteniendo, valores de resistencia que va desde 0.176 a 0.208 MPa. De igual manera, Solano, Beltrán y Jiménez (2018) estudiaron las propiedades mecánicas en

películas de almidón de papa con el ácido cítrico indicando una mayor elasticidad y resistencia a tracción.

Pascoe y Mendoza (2019) realizaron diferentes estadísticas significativas en la RT (resistencia de tracción) de las películas preparadas con jugo de *O. ficus indica* y *O. megacantha*, resultando las películas acondicionadas con jugo de *Opuntia ficus indica* las que presentan un alto RT (1.17-1.62 MPa). Al utilizar la mezcla de jugo de nopal, glicerina, proteína y cera se perfeccionan. Similarmente Syaubari et al. (2018), los resultados obtenidos presentan fuerza de atracción máxima y cuentan con propiedades reológicas como la resistencia al soportar de la elongación a la ruptura.

Según Escribano (2020), en la resistencia a la tracción y elongación, el incremento de la glicerina a partir de 25% resulta una menor fuerza, ocasionando la ruptura del bioplástico y reducción en la absorción de agua. De igual manera, Moreno et al. (2017) señalaron que una alta cantidad de fécula de papa, logra a fragmentarse el bioplástico. Debido a las propiedades de amilosa y amilopectina, por ello se agregó más plastificante para prevenir y tenga mayor flexibilidad el bioplástico.

La **biodegradación** de los residuos requiere de sus particularidades químicas o físicas (Velasco, 2017). Según Cahuana (2019), es el proceso bajo óptimas condiciones de pH, temperatura (T°), humedad y además de oxígeno. Los microorganismos como bacterias, levaduras y hongos consumen como sustento el polímero para elaborar energía y producir otros sustratos.

Granda y Ramos (2019) realizaron una biodegradación del bioplástico de *Solanum tuberosum*, resultando un tiempo de 3 meses de 82% humedad y a una temperatura de 27.1°C, considerándose aceptables por los factores de glicerina, cantidad de almidón, la velocidad del secado que influyen en la biodegradación y afectan la elasticidad. Meza (2016) determinó la biodegradación del bioplástico a un 64.21% en suelo natural (arenoso). Díaz et al. (2020) sustrajeron almidón de maíz para después usarlo con glicerina y vinagre en una preparación de una lámina de plástico natural. Asimismo,

Galv3ez (2016) en base al almid3n de ma3z se reporta el periodo de 90 d3as en la biodegradaci3n, consider3ndose que tienen la posibilidad de concursar con los pl3sticos convencionales.

La biodegradabilidad del biopl3stico de *M. indica* y *M. paradisiaca* (pl3tanos) se realiza entre la interacci3n de la m3s grande dosis de glicerina, resultando mayor disminuci3n del peso del biopl3stico por medio de la biodegradaci3n. Por ello, entre la 4 y 2 semana se determin3 un 80 % de fiabilidad de materia org3nica (MO) (Sernaqu3 et al., 2020). La biodegradabilidad de la f3cula de papa en compost fue 29.06% de materia org3nica (M.O), que se us3 en la prueba de bio-degradaci3n en tiempos de (3 meses) y result3 un control (+) positivo de celulosa que presentan un 64,21% y 63.51% de biodegradaci3n (Meza, Quipuzco y Meza C. ,2019). Por lo contrario, Ledesma et al. (2021) el biopl3sticos a partir de almidones de ma3z y quinua, se comprobaron la biodegradaci3n en medio acuoso m3s eficiente que en medio anaerobio o aerobio, ya que en tiempo de 20 d3as las biopel3culas se biodegradaron un 50 %, cumpliendo as3 con lo establecido por la norma EN 13432.

TANO et al. (2020) indican que el **potencial redox (PR)** tiene como objetivo evaluar la variaci3n espacial y temporal del suelo agr3cola porque la materia org3nica se encuentra reducida y tiende a oxidarse, por ende, es reductora y, por el contrario, el ox3geno es oxidante. Asimismo, para determinar la elasticidad y rotura, Coria et al. (2018) menciona que, si el material es el3sticamente lineal, entonces la relaci3n entre el esfuerzo vertical y la deformaci3n vertical ser3 constante definiendo as3 el coeficiente de elasticidad o m3dulo de Young.

Ecuaci3n:

$$Ez = \frac{\sigma z}{E}$$

E= M3dulo de elasticidad

σz = Esfuerzo vertical

Ez=Deformaci3n vertical

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación fue de enfoque o criterio cuantitativo porque se recolectó y analizó la materia prima, asimismo ciertos parámetros mecánicos al obtener el bioplástico de *Opuntia ficus indica* reforzado con almidón de *Ipomoea batatas* y su biodegradación en el suelo agrícola.

Además, fue de tipo aplicada ya que se evaluó las diferentes características del bioplástico de *Opuntia ficus indica* reforzado con almidón de *Ipomoea batatas*. Según Moscoso (2017), la investigación de tipo aplicada cuando el investigador busca resolver el problema de manera inmediata de cualquier actividad con conocimientos científicos, técnicos y metodológicos de tal manera que enriquezcan a conocimientos tanto cultural y científico que estén orientados a determinar una realidad.

El diseño de investigación fue cuasi experimental. Este diseño consiste en la manipulación de una posible causa-efecto, además no es aleatoria (Barcala et al., 2017). Un grupo experimental es cuando se aplica la variable dependiente que realiza la evaluación, control y contrastar resultados medidos con pruebas antes de la intervención de sus postpruebas (Pinto, 2017). Esta investigación fue cuasi experimental porque se utilizó el *Opuntia ficus indica* en 6 dosis distintas mediante el proceso de extracción y el reforzado de almidón *Ipomoea batatas* fue constante en cada muestra, al realizar postpruebas se procedió a la determinación de las características mecánicas y son eco amigables con el medio ambiente.

El nivel de investigación fue explicativo porque se obtuvo y evaluó el bioplástico de *Opuntia ficus indica* reforzado con el almidón de *Ipomoea batatas*, del mismo modo se determinó la correspondencia de causa y consecuencia entre variables dependiente e independiente ya que se usó técnicas y se evaluaron consecuencias que posiblemente existan. Espinoza (2018) indica que el estudio es explicativo por las causas reales que producen

un fenómeno, que describen el comportamiento de la función de una variable hacia la otra, estableciendo la relación de causa a efecto.

3.2. Variables y operacionalización

Para el desarrollo del trabajo de investigación se empleó la variable dependiente “obtención de bioplástico” y como variable independiente “el *Opuntia ficus indica* reforzado con almidón de *Ipomoea batatas*”. La matriz de operacionalización de dichas variables se detalla en el Anexo 1.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Según Salazar (2018), la población es aquel colectivo que demanda a todos los elementos cuyas características se quiere estudiar o el conjunto entero que se quiere describir o establecer las conclusiones. Es decir, la agrupación de una sola unidad. La investigación tomó como población 10 kg de *Opuntia ficus indica* obtenidas del mercado "El Trébol de Caquetá" del distrito del Rímac y 2 kg de *Ipomoea batatas* recolectadas del mercado “El Carmen” del distrito de Comas- Lima- Perú.

La muestra es un conjunto de componentes elegidos de una población acorde a un plan de acción anticipadamente establecido por el muestreo, para lograr conclusiones que consiguen ser extensivas para la completa población, por ello, es una reducida parte de la población (Salazar, 2018). La muestra seleccionada para la investigación fue 7 kg de *Opuntia ficus indica* y 1 kg de *Ipomoea batatas*, para la elaboración de bioplásticos biodegradables.

En esta investigación, el tipo de muestreo fue aleatorio o probabilístico porque el *Opuntia ficus indica* e *Ipomoea batatas* no varían en ninguna de sus características fisicoquímicas y tienen la misma probabilidad al ser seleccionados, define Etikan y Bala (2017) que el muestreo consiste que toda población o personas que conformen tienen igualdad en la probabilidad de ser incluidos en el prototipo de muestreo, asimismo Otzen y Manterola (2017) define que en general los individuos que integran la población blanco tienen igual oportunidad de ser incluidos en la muestra o prototipo.

En la investigación se trabajó como unidad de análisis 1kg de mucílago y 15 g de almidón de *Ipomoea batatas*.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se usó para el desarrollo del proyecto de estudio es la observación directa. Piza, Amaiquema y Beltrán (2019) define que la técnica de observación es obtener e interpretar, presentar con el rigor de la exactitud de información con criterios establecidos por cada ciencia como características funcionales-formales, tiempo, espacio con la finalidad de evaluar la información recolectada. Los instrumentos utilizados en la investigación fueron 4 fichas de registro que se presentan a continuación:

- Ficha 1. Caracterización del *Opuntia ficus indica*.
- Ficha 2. Caracterización del almidón de *Ipomoea batatas*.
- Ficha 3. Parámetros de obtención del bioplástico *Opuntia ficus indica* reforzado con el almidón de *Ipomoea batatas*.
- Ficha 4. Análisis de los parámetros mecánicos y biodegradabilidad del bioplástico de *Opuntia ficus indica* reforzado con el almidón de *Ipomoea batatas*.

3.4.1. Validez y confiabilidad del instrumento

La validación de los instrumentos de investigación se realizó por medio del juicio de expertos, evaluando de forma autónoma e independiente el eximio, coherencia y la correlación de los objetivos con el contenido teórico. Estos instrumentos se presentaron a 3 expertos de afines a la investigación realizada (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de la validación de juicios de expertos

Expertos	Especialidad	Porcentaje de validación		
		Ficha 1	Ficha 2	Ficha 3
Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto	Tecnología Mineral y Ambiental	90%	90%	90%
Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio	Ingeniería Química y Ambiental	90%	90%	90%
Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio	Ingeniería Mecánica de Fluidos	90%	90%	90%
Promedio de validación		90%		

La confiabilidad del instrumento, según Manterola et al. (2018) hacen referencia al coeficiente que se calcula y se realiza mediante un software que brinda la fiabilidad del índice de los valores que oscilan entre 0 a 1, con promedios y varianzas de dichas distribuciones involucradas, donde se fundamentan los modelos de análisis de varianza (ANOVA) y (TUKEY). Por ello, en la presente investigación se determinó por el software MINITAB 19, que sirvió para el análisis estadístico como el alfa de Cronbach.

3.5. Procedimientos

Etapa 1: Recolección y caracterización del *Opuntia ficus indica*

Se recolectó 10 kilogramos de materia prima de *Opuntia ficus indica* en el mercado "El Trébol de Caquetá" del distrito del Rímac, Lima- Perú. Seguidamente, se procedió a realizar la limpieza y clasificación para la obtención del mucílago, dicho procedimiento se observa en la Figura 1.

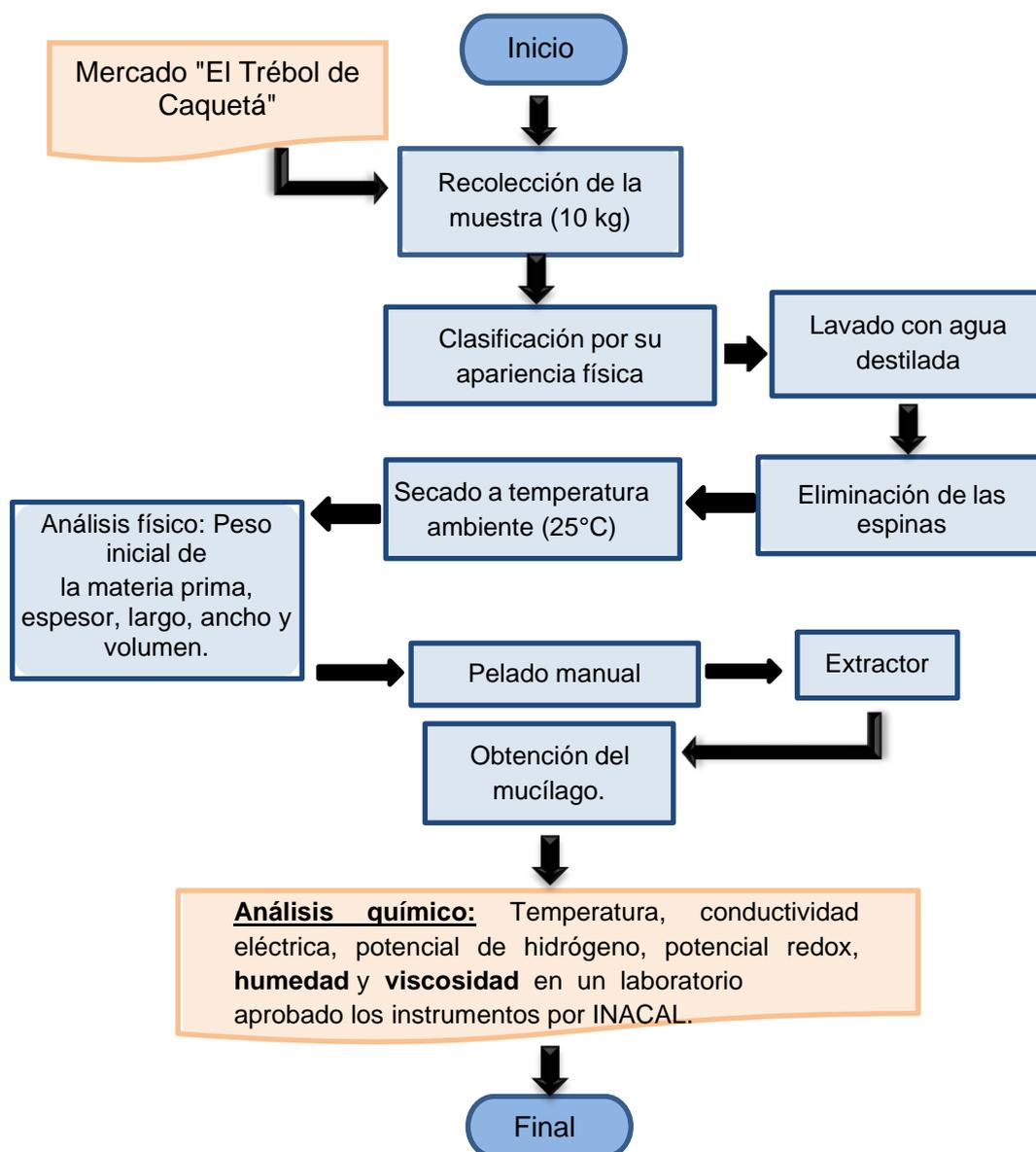


Figura 1. Flujograma de la recolección y análisis del *Opuntia ficus indica*

A. Análisis físico

- Se pesó el *Opuntia ficus indica* en una balanza analítica, se midió su espesor con “calibrador Vernier” además, con la regla su ancho y largo.

B. Análisis químico

- Se midió la temperatura, conductividad eléctrica, potencial de hidrógeno y potencial redox; en relación de 1:2 penca y agua destilada con el equipo del multiparámetro HANNA (HI2020-01).

C. Análisis de humedad

- La humedad fue determinada por el método ASTM D-2216 (2010) /ISO 1170. Para ello la muestra húmeda fue secando a 105°C por 2 horas y luego pesado en una balanza analítica (AS 60/220.R2 PLUS)

Ecuación:

$$\% H = \frac{(Wt+rh - Wt+rss)}{Wt+ss - Wt} * 100$$

Donde:

Wt+rh: Peso de tara + residuo húmedo (g)

Wt+rss: Peso de tara + residuo seco (g)

Wt: Peso de la tara (g)

D. Análisis de viscosidad

- Fue determinado utilizando el viscosímetro de Ostwald, para ello se tomó el agua destilada como referencia para luego obtener la viscosidad del líquido problema tomando los tiempos con un cronómetro.

Ecuación:

$$\frac{N1}{N2} = \frac{P1 * T1}{P2 * T2}$$

Donde:

N1: Viscosidad del agua

P1: Densidad del agua

N2: Viscosidad del líquido problema

P2: Densidad del líquido problema

T1: Tiempo del líquido

T2: Tiempo del líquido problema

Etapa 2: Recolección y caracterización del *Ipomoea batatas*

Se recolectó 1 Kg de *Ipomoea batatas* del mercado EL CARMEN del distrito de Comas, Lima-Perú. Luego se procedió a rayar y tamizar (tamiz N°30) la muestra en húmedo hasta obtener un tamaño de 300 μm . Posteriormente, la muestra obtenida fue decantada para obtener el almidón que fue secado durante 2 h a 105 °C.

Para los análisis fisicoquímicos del *Ipomoea batatas* se siguió el procedimiento que se muestra en la Figura 2.

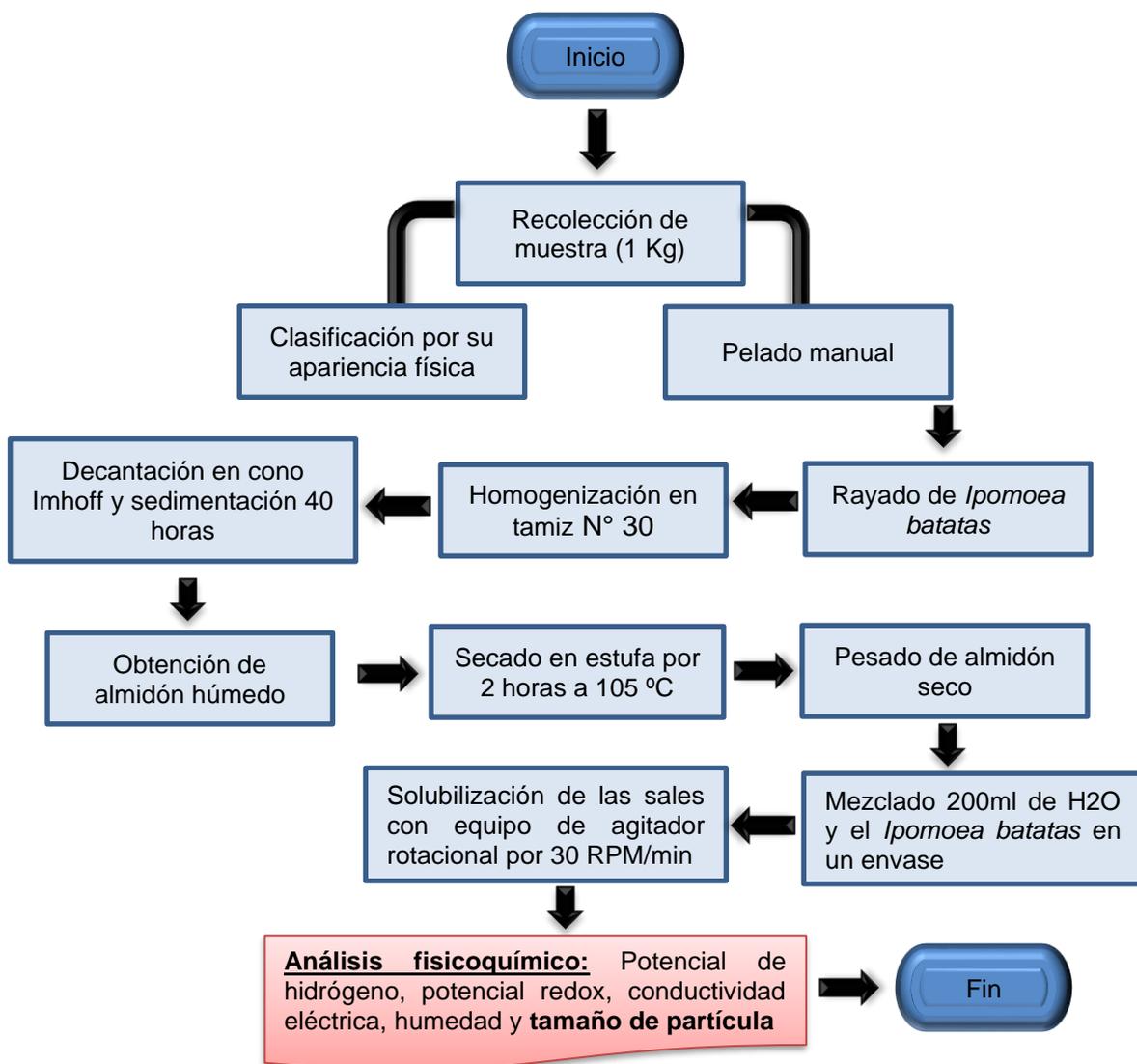


Figura 2. Flujograma de la recolección muestra y análisis del *Ipomoea b.*

A. Análisis fisicoquímico

- Para el análisis fisicoquímico se midió la conductividad eléctrica, potencial de hidrógeno y potencial redox con el equipo del multiparámetro HANNA (HI2020-01).

B. Análisis de tamaño de partícula

- Para la ejecución del análisis de tamaño de partícula se utilizó el método de Granulometría. La muestra de almidón de *Ipomoea batatas* se pasó por diferentes números de tamices (#50- #30) hasta alcanzar un tamaño de partícula de 300 μm .

Etapa 3: Elaboración del bioplástico

Para la elaboración del bioplástico, se realizó 6 pruebas preliminares con diferentes dosis (50, 30, 25, 20, 15 y 10 g) de *Opuntia ficus indica* (ver Figura 3).

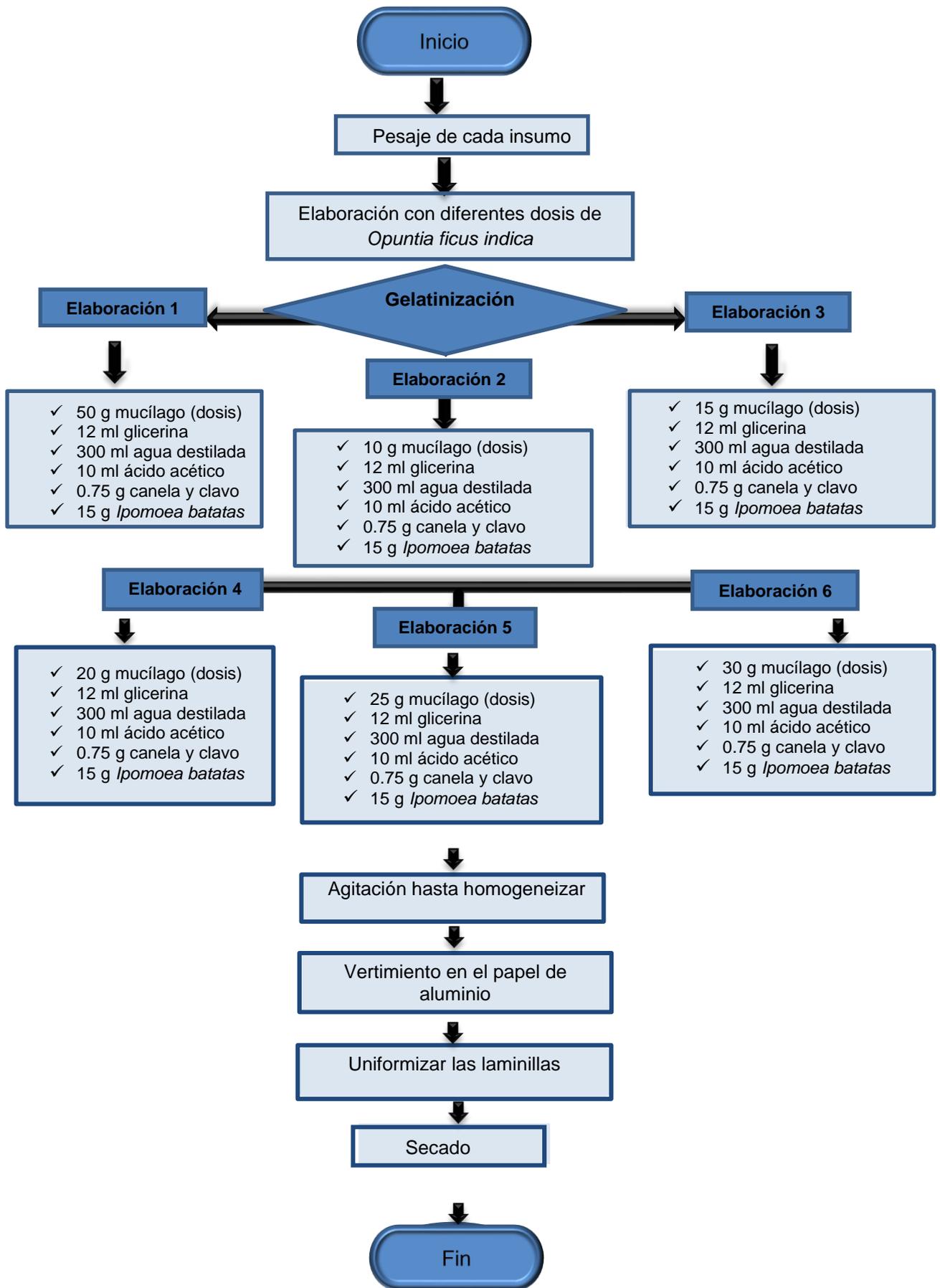


Figura 3. Flujograma de la obtención del bioplástico

Para la elaboración del bioplástico

- Previamente, se prepararon mezclas de: 50 ml de H₂O destilada, 0.75 g canela y 0.75 g clavo de olor en polvo. Además, se utilizaron 50 g de mucílago y 100 ml de H₂O destilada para su homogenización en una fuente de porcelana.
- Por otro lado, se preparó una mezcla de 150 ml de H₂O destilada y 15 g de *Ipomoea batatas* en una fuente de porcelana, y se homogenizó por 6 min bajo fuego. Seguidamente se adicionó 12ml glicerina y 10 ml ácido acético por 15 min.
- Ambas mezclas mencionadas anteriormente fueron homogenizadas y llevadas a cocción por 30 minutos.
- Finalmente, las mezclas de obtención del bioplástico (6 muestras) fueron secadas a 25°C por 9 días. Este proceso fue realizado para las diferentes muestras de bioplástico con diferentes dosis de mucílago.

Etapa 4: Análisis de las características y biodegradación del bioplástico

El análisis de las características se desarrolló mediante 27 pruebas enviadas al laboratorio de manera ex-situ, evaluándose la elongación, tracción y la biodegradabilidad del bioplástico en suelo agrícola del distrito de Puente Piedra "Fundo el Gallinazo". Para la elongación y tracción se utilizó el método del ASTM-D882, y para la biodegradación el método de enterramiento, tal como se indica en la Figura 4.

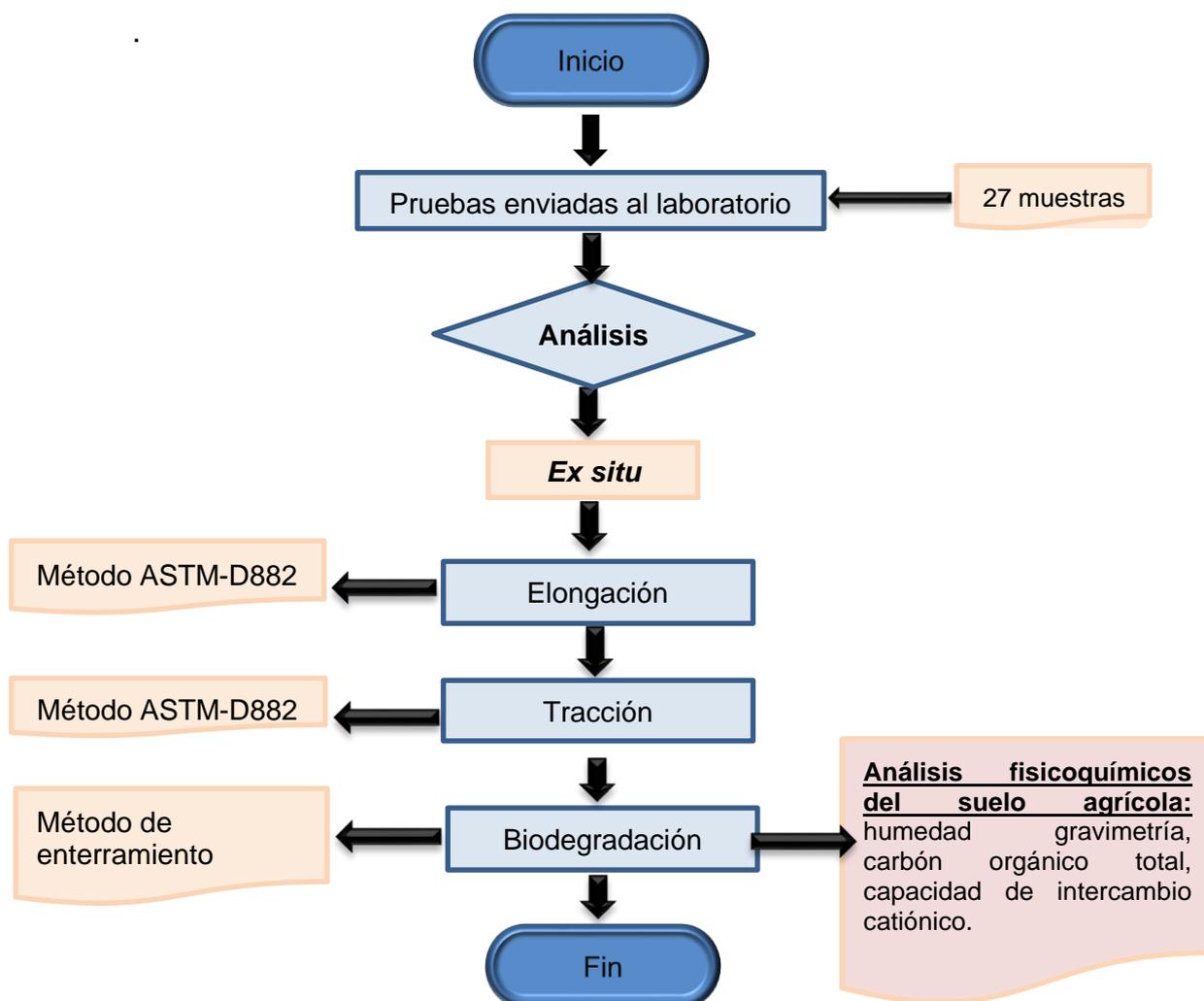


Figura 4. Flujograma de análisis del bioplástico

A. Área

Para realizar las pruebas mecánicas del bioplástico se realizó los cortes de dimensiones de cada formulación, después se calculó las áreas de las probetas que han sido evaluadas en todo el proceso, utilizando la fórmula de reducción del área.

Ecuación:

$$A_{\text{inicial}} = \text{Largo} * \text{Ancho}$$

Reducción del área: $AR = ((A_o - A_f)/A_o)$

Porcentaje de reducción: $A(\%) = ((A_o - A_f)/A_o) * 100$

Donde:

A0: Área inicial (cm)

Af: Área final (cm)

AR: Área de reducción (mm)

B. Medición de la elongación

Para la medición de la elongación se realizó 27 probetas de 13x4 cm aproximadamente, evaluados con el equipo de Dinamómetro QL-WH-A08L.

Ecuación:

Elongación de la probeta en un determinado tiempo sometido a una fuerza

$$\text{Elongación (mm)} = ((L_f - L_o)/L_o)$$

Donde:

L_f : Longitud final (mm)

L_o : Longitud inicial (cm)

Ley de Young (Elasticidad Longitudinal)

$$LY = (\delta)/(\epsilon) = (F/S)/(\Delta L/L)$$

Donde:

LY: Elasticidad Longitudinal

δ : Presión ejercida sobre el área de sección transversal de la probeta

ϵ : Deformación unitaria en cualquier punto de la probeta

Elasticidad Ley de Hooke

$$\delta e = LY * e$$

Donde:

δe : Tensión en la zona Elástica LY: Módulo de Young

e: Alargamiento

Espesor

Esta dimensión se realizó para observar cuanto de espesor tenía la probeta. Por ello, se midió con el calibrador pie de rey.

C. Medición de la tracción

Se desarrolla con la norma ASTM D638 y se midió con la unidad del sistema internacional pascal (N/m²) o MPa.

Ecuación:

$$\delta e = (F)/(A_0)$$

Donde:

δe : Tensión (MPa, N/m², Pa)

F: Fuerza aplicada (kg/m²)

A₀: Área inicial (cm²)

D. Análisis de suelo agrícola

- Se recolectó 10 Kg de suelo agrícola del “Fundo el Gallinazo” del distrito de Puente Piedra, Lima, Perú (Anexo 9).

Propiedades físicas y químicas del suelo

- Se analizó la temperatura, potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica y potencial redox con la calibración adecuada de los instrumentos.

Humedad gravimétrica del suelo (Norma ASTM D 2216/ISO2010)

- Se pesó el crisol con el suelo agrícola para colocarlo en la estufa a 105°C por 2 horas y obtener un peso final.

Ecuación:

$$HG = \frac{\text{Peso del crisol MH} - \text{Peso del crisol MS}}{\text{Peso del crisol MS} - \text{Peso del crisol seco}} * 100$$

Donde:

HG: Humedad gravimétrica (%)

MH: Muestra húmeda (g)

MS: Muestra seca a 105 °C por 2 horas (g).

Carbono orgánico total del suelo agrícola

Para la biodegradación del bioplástico de *Opuntia*, se evaluó la cantidad de carbono en el suelo agrícola que fue importante, porque un suelo con carbono cumple la función del crecimiento de la planta y la transformación de CO₂.

Ecuación:

$$\% \text{ COT} = \frac{(\text{Vol. BK} - \text{Vol. Muestra}) * N * 0.003 * 1.3 * 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

Donde:

COT: Carbono orgánico total (%)

Vol. BK: Volumen gastado en el blanco (ml)

Vol. Muestra: Volumen gastado en la muestra (ml)

Capacidad de intercambio catiónico (CIC meq/100g)

- Se realizó a través del método del acetato de amonio 1N y pH 7.

- Se determinó la cantidad de cationes que existen en el suelo.

Ecuación:

$$\text{CIC (meq/100g)} = \frac{(\text{Vol. M} - \text{Vol. BK}) * N_{\text{NaOH}} * (100 - W)}{\text{Peso de muestra}}$$

Donde:

CIC: Capacidad de intercambio catiónico

Vol. M: Volumen gastado en la muestra

Vol. BK: Volumen gastado en el blanco

N_{NaOH} : Normalidad del hidróxido de sodio

W: Humedad gravimétrica de la muestra.

A. Medición del porcentaje de biodegradación

El método de enterramiento en suelo agrícola

Se pesó 2 Kg de suelo agrícola y fue colocado en las muestras codificadas como (M2, M3 y M4). Luego se elaboraron las bolsas de bioplástico con 3 dosis (15, 20 y 25 g) de *Opuntia ficus indica* reforzado con almidón de *Ipomoea batatas* y se sembró las semillas de betarraga. La biodegradación del bioplástico fue controlada cada 5 días, con el fin de conocer los cambios de pesos. Donde: 2 kg suelo + peso del bioplástico + la planta de betarraga = pesos diarios controlados

Materia orgánica (MO) (Método Walkley – Black)

- Se colocó en el Erlenmeyer 0,3 g de suelo seco. Luego se llevó dos Erlenmeyer sin muestra de suelo que servirán como blancos: blanco reactivo

y blanco de tanda.

- Se adicionó 10 ml de K₂Cr₂O₇ 1N en la pipeta volumétrica, se añadió 20 ml de H₂SO₄ concentrado y se agitó dejándolo reposar por media hora. Se agregó 150 ml de agua y 10 ml de H₃PO₄ al 85% y 0,5 ml de indicador. Luego se procedió a titular para conocer la normalidad.

Ecuación:

$$\%M.O = \frac{0,6708 (B - M)N}{\text{Peso muestra suelo en gramos}}$$

Cuando se pesa 0,3 g queda:

$$\%M.O. = 2,236 (B - M)N$$

Donde:

B: Gasto en el blanco de solución ferrosa (ml)

M: Gasto de solución ferrosa en muestra (ml)

N: Normalidad de solución ferrosa

3.6. Método de análisis de datos

Para realizar el análisis de los datos recolectados se empleó el software MINITAB 19, con el fin de verificar el procesamiento de los datos y la confiabilidad. Para ello, se generó figuras y tablas de cada dosis aplicada, parámetros mecánicos del bioplástico y el análisis de biodegradación en función de la hipótesis de normalidad, T de Student y la distribución normal.

3.7. Aspectos éticos

La presente investigación se desarrolló con estudios confiables, citando de manera correcta a los autores, respetando los derechos de cada autor y los códigos de ética, se aplicó el programa TURNITIN que es un sistema de comprobar la autenticidad de la información, y para las referencias se harán con base a la norma ISO-690.

Asimismo, la investigación se rigió en la Resolución N°0313-2017/UCV y la Resolución de Consejo Universitario N°0126-2017/UCV para su adecuado desarrollo. Los datos que se logró en la parte experimental fueron del laboratorio especializado certificado por el Instituto Nacional de Calidad.

IV. RESULTADOS

4.1. Características del *Opuntia ficus indica*

Los resultados de la caracterización fisicoquímica del *Opuntia ficus indica* se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Caracterización del nopal *Opuntia ficus indica*

Ficha 1. Caracterización del <i>Opuntia ficus indica</i>					
Características del <i>Opuntia ficus indica</i>				Peso del <i>Opuntia ficus indica</i>	
Tipo de nopal	Color	Condición	Textura	Peso bruto del nopal (Kg)	Peso neto de nopal (Kg)
<i>Opuntia ficus indica</i>	Verde oscuro	Madurez fisiológica	Dura y firme	1	0.412
Variable independiente			Características del <i>Opuntia ficus indica</i>		
<i>Opuntia ficus indica</i>			Humedad (%)	Viscosidad (CP)	Peso (ml)
			90	0.218	300

*CP: Centipoise

A partir de la Tabla 2 se observó que el *Opuntia ficus indica* tuvo un tono verde oscuro, mejor condición de madurez fisiológica y una textura dura y firme. También, se observó un valor de humedad de 90% y viscosidad de 0.218 CP, debido a que las cactáceas muestran valores de humedad mayor al 90%.

Los parámetros fisicoquímicos del mucílago se consideró el potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica y potencial redox (ver Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros físico química del mucílago *Opuntia ficus indica*

Muestra	Potencial de hidrógeno ácido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial redox mV
HT – PFQ	4.21	2440	1543

En la Tabla 3 se observó que el mucílago presentó un valor de pH de 4.21 (ácido), conductividad eléctrica 2440 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el potencial redox 1543 mV.

4.2. Características del almidón de *Ipomoea batatas*

La caracterización fisicoquímica del *Ipomoea batatas* se visualiza en la Tabla 4.

Tabla 4. Caracterización del *Ipomoea batatas*

Ficha 2. Caracterización del <i>Ipomoea batatas</i>			
Características del <i>Ipomoea batatas</i>			
Tipo	Color	Condición	Textura
<i>Ipomoea batatas</i>	Anaranjado	Madurez de consumo	Dura y firme
Variable independiente	Características del <i>Ipomoea batatas</i>		
<i>Ipomoea batatas</i>	Tamaño de partícula (μm)		Peso (g)
	300		62.5

En la Tabla 4 se mostró que el *Ipomoea batatas* presentó un color anaranjado a condiciones de madurez y textura dura y firme. Por otro lado, el almidón obtenido fue de 300 μm de tamaño de partícula.

Se evalúa las propiedades fisicoquímicas del *Ipomoea batatas* rayado demostrado en la Tabla 5.

Tabla 5. Propiedades fisicoquímico de *Ipomoea batata* rayado

Muestra	Potencial de hidrógeno ácido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Potencial redox mv
IB – PFQ	4.69	4450	2465

En relación a la Tabla 5 se observó que el rayado de *Ipomoea batatas* presentó un valor de pH 4.69 (ácido), conductividad eléctrica 4450 $\mu\text{S/cm}$ y el potencial redox 2465 mv.

4.3. Dosis óptima para la obtención del bioplástico *Opuntia ficus indica* reforzado con el almidón de *Ipomoea batatas*

La dosis óptima del mucílago se realiza por 6 dosis diferentes (10, 15, 20, 25, 30 y 50 gramos) y los insumos de almidón, glicerina, ácido acético, canela y clavo de olor en polvo son cantidades constantes (ver Tabla 6).

Tabla 6. Parámetros de obtención del bioplástico *Opuntia ficus indica* reforzado *Ipomoea batatas*

Muestra	Fecha	Insumos							Tiempo de agitación (min)	Temperatura de mezcla (°C)	Tiempo de secado (días)
		Dosis de <i>Opuntia ficus indica</i> (g)	Dosis de <i>Ipomoea batatas</i> (g)	H2O destilada (L)	Ácido acético (L)	Glicerina (L)	Canela (g)	Clavo de olor (g)			
M1 **	17/09	10	15	300	10	12	0.75	0.75	45	53.67	5
M2 Δ	21/09	15	15	300	10	12	0.75	0.75	45	53.67	8
M3 Δ	21/09	20	15	300	10	12	0.75	0.75	45	53.67	9
M4 Δ	21/09	25	15	300	10	12	0.75	0.75	45	53.67	9
M5 **	28/09	30	15	300	10	12	0.75	0.75	45	53.67	13
M6 **	28/09	50	15	300	10	12	0.75	0.75	45	53.67	14

*M **: Muestra que no cumplen con las características del secado y plasticidad para la composición del bioplástico.

*M Δ: Muestra que cumple con las características del secado y plasticidad para la composición del bioplástico.

*Temperatura: Promedio de inicial y final

Como se apreció en la Tabla 6 las muestras (M1, M5 y M6), no lograron un menor tiempo de secado, asimismo sus características mecánicas no cumplen y llegaron a quebrarse. Por otro parte, las muestras (M2, M3 y M4) en el proceso de secado no se quebraron y obtuvieron características básicas para un bioplástico.

4.4. Parámetros del suelo agrícola del distrito de Puente Piedra

El resultado de los análisis de los parámetros fisicoquímicos del suelo agrícola es mostrado en la Tabla 7.

Tabla 7. Análisis de parámetros del suelo agrícola del distrito de Puente Piedra _ Perú _ biodegradación del bioplástico.

pH	Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		Potencial redox (mV)
6.98	3002		-124
Humedad gravimétrica del suelo (%)	Carbono orgánico del suelo agrícola		Capacidad de intercambio catiónico (Meq/100g)
	Carbono orgánico (%)	Materia orgánica (%)	
5.84	0.57	0.98	17.67

A partir de la Tabla 7 se observó que el suelo agrícola del distrito de Puente Piedra presentó un valor de potencial de hidrógeno de 6.98 (casi neutro), conductividad eléctrica 3002 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y potencial redox -124 mV. Además, la humedad gravimétrica del suelo de 5.84%, carbono orgánico de 0.57%, materia orgánica de 0.98% y la capacidad de intercambio catiónico fue de 17.67 Meq/100 g resultado de una textura de suelo franco arcilloso.

4.5. Parámetros mecánicos y biodegradabilidad del bioplástico de *Opuntia ficus indica* reforzado con almidón de *Ipomoea batatas*

El análisis de los parámetros mecánicos de elongación, tracción y la biodegradabilidad del bioplástico se visualiza en la Tabla 8.

Tabla 8. Análisis de parámetros mecánicos y biodegradabilidad del bioplástico

Variable dependiente	Muestra	N° de repeticiones	Parámetros mecánicos del bioplástico		Evaluación de biodegradabilidad del bioplástico			
			Elongación (Kg/mm ²)	Tracción (N/m ²)	Fecha inicial	Fecha final	Tiempo de duración (d)	Tasas de biodegradación (%)
Bioplástico	M2 Δ (15 g)	1	0.89521	5.968	05/10	10/11	35	99.99
		2	0.78045	5.575				
		3	1.01963	6.373				
		4	1.59049	7.952				
		5	1.43644	7.560				
		6	1.29082	7.171				
		7	1.43504	7.553				
		8	1.59176	7.959				
		9	1.29093	7.172				
		Promedio	1.25897	7.0314				
	M3 Δ (20 g)	1	6.10233	23.471	05/10	10/11	35	99.99
		2	5.64725	22.589				
		3	6.58309	24.382				
		4	5.64283	22.571				
		5	7.08197	25.293				
		6	6.58541	24.390				
		7	6.10401	23.477				
		8	6.58489	24.388				
		9	7.08225	25.294				
		Promedio	6.37934	23.984				
	M4 Δ (25 g)	1	3.86966	16.124	05/10	10/11	35	99.99
		2	4.19819	16.793				
		3	3.55372	15.451				
		4	3.25227	14.783				
		5	2.96458	14.117				
		6	3.55746	14.117				
		7	2.42564	12.767				
8		2.96364	14.113					
9		3.55690	15.465					
Promedio		3.37134	14.8589					

*Para la biodegradación se realizó un monitoreo de cada 5 días

En la Tabla 8 la M3 (20 g) presentó mayor elongación de 6.379 Kg/mm² y tracción de 23.984 N/m² a diferencia de los valores menores de la M2 (15 g) que su la elongación fue de 1.258 Kg/mm², tracción 7.031 N/m² y la M4 (25 g) una elongación de 3.371 Kg/mm² y tracción de 14.858 N/m². Por ende, la dosis óptima es la M3 (20 g).

Los resultados del monitoreo de la biodegradación del bioplástico se rigen bajo un control cada 5 días, con pesos de cada muestra (M2, M3, M4). Ver Tabla 9.

Tabla 9. Monitoreo de la biodegradación del bioplástico por cada 5 días

Control en días	Fecha	Pesos M2 (15g)	Pesos M3 (20g)	Pesos M4 (25g)
D1-5	10/10/2021	2009.43	2009.01	2008.89
D2-10	15/10/2021	2008.3	2007.58	2007.42
D3-15	20/10/2021	2006.87	2006.15	2005.95
D4- 20	25/10/2021	2004.87	2004.72	2004.48
D5- 25	30/10/2021	2002.87	2003.29	2003.01
D6- 30	04/11/2021	2001.74	2001.86	2001.54
D7- 35	09/11/2021	2000.61 g	2000.43 g	2000.07 g

En relación a la Tabla 9 se observó que las muestras M2, M3 y M4 obtuvieron el valor del 99,99% de biodegradación en 35 días según la norma ASTM 5988 y los factores del tipo de suelo, humedad, microorganismos, dióxido de carbono, materia orgánica. Asimismo, el insumo de la glicerina a mayor porcentaje la biodegradación será en menor tiempo.

4.6. Dosis de *Opuntia ficus indica*

En la obtención del bioplástico a base de *Opuntia ficus indica*, se trabaja con 6 dosis diferentes de mucílago, con el fin de lograr menor tiempo de secado, uniformidad de la película y altos parámetros de elasticidad. Visualizar Figura 5.

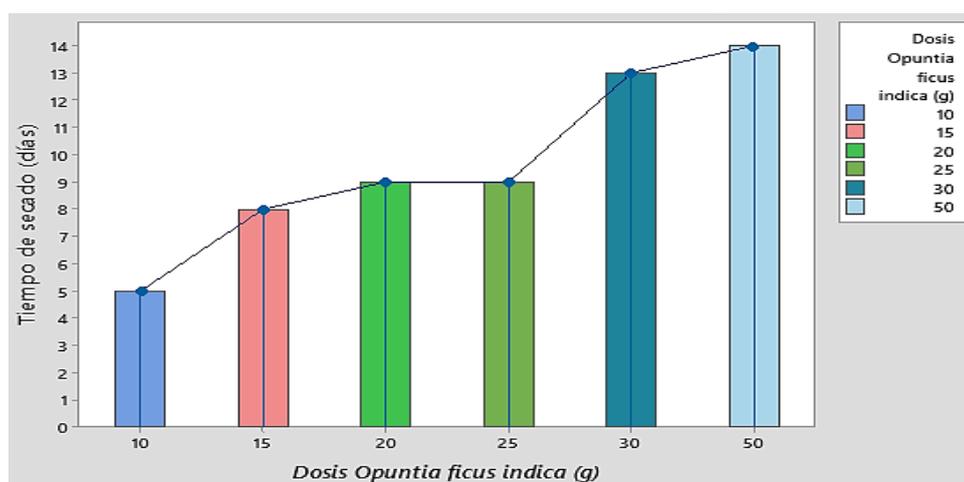


Figura 5. Efecto del *Opuntia ficus indica* respecto al tiempo de secado

En la Figura 5 se visualizó que la primera dosis de 10 g su secado fue en 5 días obteniendo, un bioplástico con grietas y no conteniendo plasticidad, por lo contrario en la segunda dosis de 15 g su secado en 8 días logrando un bioplástico adecuado, asimismo en la tercera dosis de 20 g su secado logró 9 días teniendo un buen estado de apariencia, igualmente de la cuarta dosis de 25 g su secado fue 9 días; por otra parte la quinta dosis de 30 g su secado en 13 días se logró el bioplástico compacto, conservando algunas partes húmedas y grumosas; de igual modo en la sexta dosis de 50 g su secado en los 14 días conservando algunas partes húmedas, grumosas y no contando con plasticidad.

4.7. Área del bioplástico de *Opuntia ficus indica*

El área del bioplástico cuanto mayor sea, mayor será el perímetro para obtener más cantidad de bioplástico. Por ello, se realizan medidas en (cm) según las 3 muestras (ver Figura 6).

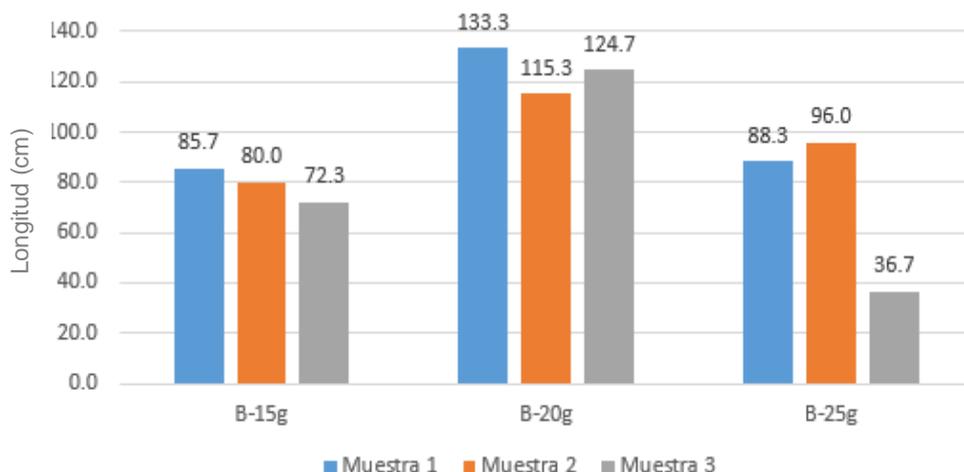


Figura 6. Área del bioplástico en las muestras M2(15 g), M3(20 g) y M4(25 g)

En la Figura 6 se observó que el bioplástico de 15 g su área fue en promedio de 79.3 cm², por lo contrario, la muestra de 20 g su área 124.4 cm², sin embargo, las muestras de 25 g su área 73.3 cm². Siendo la segunda muestra de 20 g la que obtuvo mayor área por el tiempo de cocción, cabe destacar que cuando mayor sea el área se realizará múltiples usos.

4.8. Evaluación de tracción (M2, M3, M4)

El análisis mecánico de tracción del bioplástico es un parámetro que se realiza a través del dinamómetro (QL-WH-A08L) que medirá la fuerza que se ejerce en la probeta, de las M2-B15 g, M3-B20 g y M4-B25 g. Ver Figura 7.

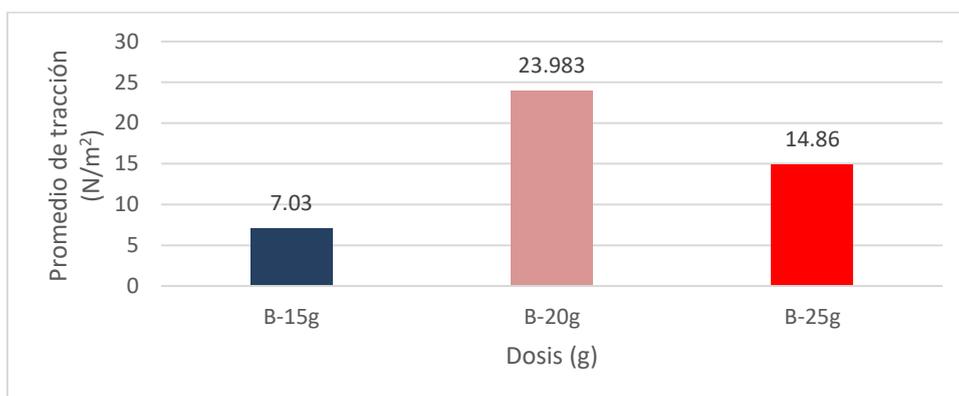


Figura 7. Prueba de tracción de las muestras (M2, M3, M4)

En la Figura 7 la relación de los promedios de tracción fue la M2 (B-15 g) de 7.03 N/m², M3 (B-20 g) 23.983 N/m² y M4 (B-25 g) 14.86 N/m². Por ende, se concluye que la muestra B-20 g contiene mayor tracción a diferencia de la muestra B-15 g que resultó inferior debido al rompimiento de la probeta en menor tiempo.

4.9. Evaluación de elongación (M2, M3, M4)

Para la evaluación de elongación se analiza las muestras (M2-B15 g, M3-B20 g y M4-B25 g). Ver Figura 8.

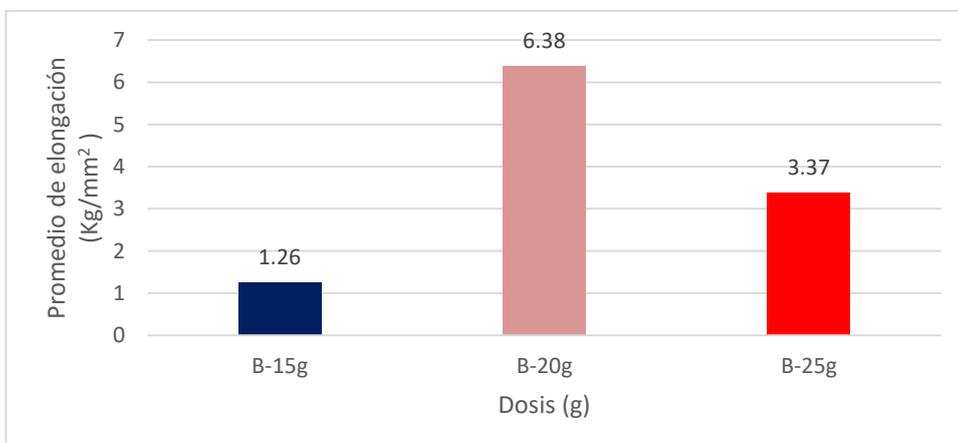


Figura 8. Prueba de elongación de las muestras (M2, M3, M4)

En la Figura 8 se mostró la relación de los promedios de la M2 (B-15 g) 1.26 Kg/mm², en la M3 (B-20 g) 6.38 Kg/mm² y la M4 (B-25 g) 3.37 Kg/mm². Es decir, la muestra B-20 g contiene mayor elasticidad a diferencia de la B-15 g que resultó menor debido a la elongación adimensional, deformación y reducción de área experimentada en el dinamómetro (QL-WH-A08L) digital.

4.10. Estadística Inferencial

La estadística inferencial se realizó con el fin de demostrar que los resultados obtenidos tengan una distribución normal, que cumplan las hipótesis planteadas y el análisis de varianzas con la prueba de Tukey para comprobar si existe una diferencia significativa en las medias de los grupos y dosis, en este caso de las seis dosis realizadas tres contiene un estado de apariencia aceptable además que cumplen con las características básicas de un bioplástico.

4.11. Contraste de hipótesis

4.11.1. Prueba de normalidad, ANOVA y Tukey

4.11.1.1. Prueba de normalidad de la dosis de *Opuntia ficus indica*

En la Figura 9 se evalúa la prueba de normalidad del indicador de los tiempos de secado, donde el resultado del valor p es de 0.473.

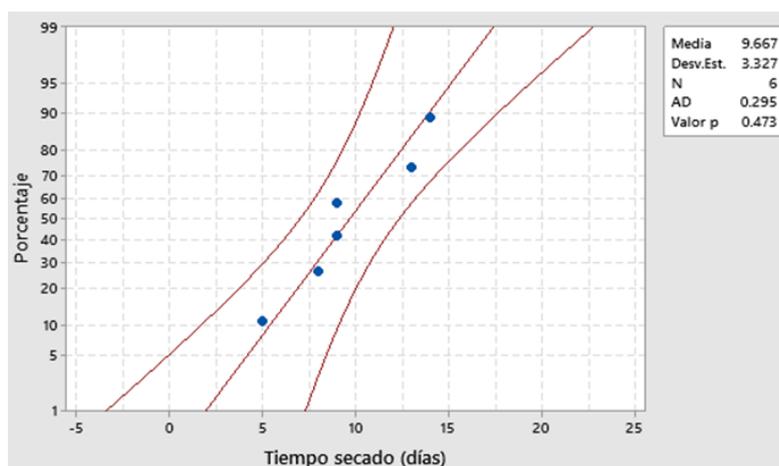


Figura 9. Prueba de Normalidad del tiempo de secado (días)

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los resultados obtenidos del tiempo de secado por dosis siguen una distribución normal.

H₁: Los resultados obtenidos del tiempo de secado por dosis no siguen una distribución normal.

b) Regla de decisión

Valor p. > 0,05. Se rechaza la H₁

c) Resultado/ Decisión

Se observó en la Figura 9 que el valor p fue de 0.473, siendo este mayor a 0,05 no rechazando la H₀. En conclusión, los resultados obtenidos del tiempo de secado por dosis proceden y distribuyen de manera normal. Indicando que el rango del resultado es de 95% de confiabilidad.

4.11.1.2. Análisis de Varianza del tiempo de secado

Para el análisis de varianza, esta prueba se utiliza con el fin de comprobar si existe o no alguna diferencia en el tiempo de secado respecto a la aplicación de dosis del *Opuntia ficus indica* por muestra. Observar Tabla 10.

H₀: u₁=u₂ (son iguales)

H₁: u₁≠u₂ (son diferentes)

Tabla 10. Prueba ANOVA para el tiempo de secado Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC		Valor F	Valor p
		Ajust.	MC Ajust.		
Factor	1	1387	1386.8	13.63	0.000
Error	10	1018	101.8		
Total	11	2404			

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los resultados obtenidos del tiempo de secado por dosis se asumen que las varianzas son iguales.

H_a: Los resultados obtenidos del tiempo de secado por dosis se asumen que las varianzas no son iguales.

b) Regla de decisión

Valor p < alfa se rechaza la H₀

0,000 < 0,05 se rechaza la H₀

c) Resultado/ Decisión

Se obtuvo un valor p inferior al 0.05, rechazando la hipótesis nula y

aceptando la hipótesis alternativa. En conclusión, los resultados de la media del tiempo de secado son diferentes ya que es influenciado por el insumo del mucílago, se asumen que las varianzas no son iguales. Para reforzar los resultados del análisis de la varianza se utilizará la comparación en parejas de Tukey.

4.11.1.3. Prueba de Tukey del tiempo de secado

La prueba de Tukey indica aquellas medias que tienen diferentes letras de agrupación son diferentes. Como se aprecia en la Tabla 11 la variación del tiempo de secado de las muestras.

Tabla 11. Prueba de Tukey para el tiempo de secado a confianza de 95%

Bioplástico	N	Media	Agrupación
Tiempo de secado 6	2	14.00	A
Tiempo de secado 5	2	13.00	B
Tiempo de secado 4	2	9.000	C
Tiempo de secado 3	2	9.000	D
Tiempo de secado 2	2	8.000	E
Tiempo de secado1	2	5.000	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

d) Prueba de hipótesis

H₀: Los resultados obtenidos del tiempo de secado por dosis existe alguna significancia.

H₁: Los resultados obtenidos del tiempo de secado por dosis no existe alguna significancia.

e) Regla de decisión

Valor p. > 0,05. Se rechaza la H1

Las medias comparten una letra o no comparten

f) Resultado/ Decisión

En la Tabla 11 se mostró las medias que no comparten una letra, rechazando la H₀. En conclusión, los tiempos de secado por dosis no existe alguna significancia. Para las muestras 2, 3 y 4 su tiempo de secado es más corto para la obtención de un bioplástico con características aceptables, debido a la dosis del *Opuntia ficus indica*.

4.11.2. Prueba de normalidad, ANOVA y Tukey de tracción de las muestras B- 15 g, B- 20 g y de B- 15 g

4.11.2.1. Prueba de Normalidad de tracción de B- 15 g

En la Figura 10 se indica que la prueba de normalidad de tracción de 15 g su valor p es de 0.259.

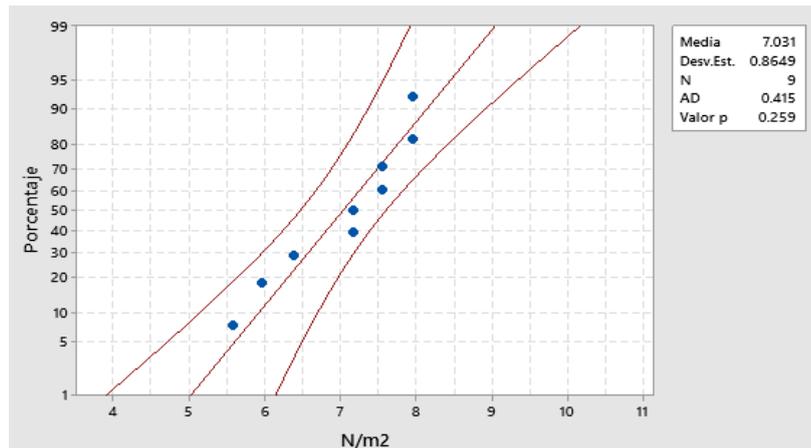


Figura 10. Prueba de Normalidad de tracción de B-15 g

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los resultados obtenidos de la prueba de tracción de las muestras B-15 g siguen una distribución normal.

H₁: Los resultados obtenidos de la prueba de tracción de las muestras B-15 g no siguen una distribución normal.

b) Regla de decisión

Valor p. > 0,05. Se rechaza la H₁

c) Resultado/ Decisión

Se observó en la Figura 10 que el valor p fue de 0.259, siendo este mayor a 0,05 rechazando la H₁. En conclusión, los resultados obtenidos de la prueba de tracción de las muestras B-15 g siguen una distribución normal. Indicando que el rango del resultado es de 95% de confiabilidad.

4.11.2.2. Prueba de Normalidad de tracción de B- 20 g

La prueba de normalidad de tracción de 20 g, su valor p es de 0.312. Ver Figura 11.

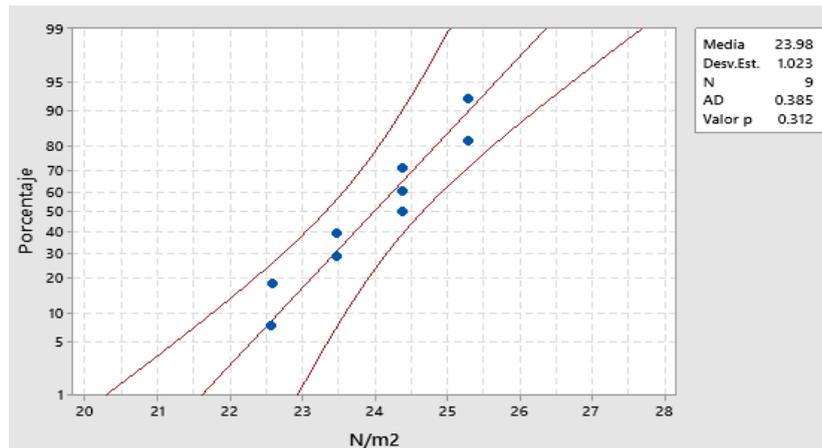


Figura 11. Prueba de Normalidad de la tracción de B- 20 g

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los resultados obtenidos de la prueba de tracción de las muestras B-20 g siguen una distribución normal.

H₁: Los resultados obtenidos de la prueba de tracción de las muestras B-20 g no siguen una distribución normal.

b) Regla de decisión

Valor p. > 0,05. Se rechaza la H₁

c) Resultado/ Decisión

Se mostró en la Figura 11 que el valor p fue de 0.312, siendo este mayor a 0,05 rechazando la H₁. En conclusión, los resultados obtenidos de la prueba de tracción de las muestras B-20 g siguen una distribución normal. Indicando que el rango del resultado es de 95% de confiabilidad.

4.11.2.3. Prueba de Normalidad de tracción de B- 25 g

En la Figura 12 se determina la prueba de normalidad de la tracción de 25 g y el valor p es 0.672.

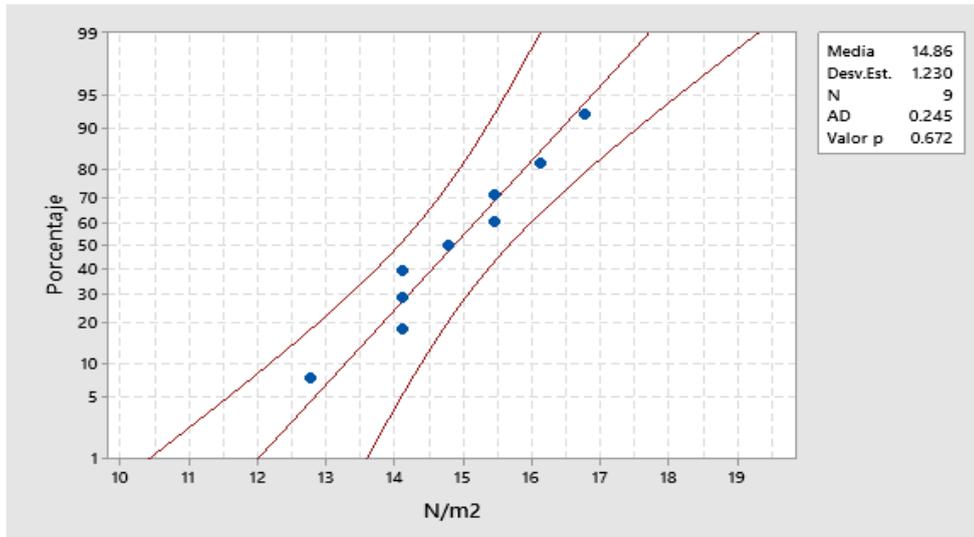


Figura 12. Prueba de Normalidad de la tracción de B- 25 g

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los resultados obtenidos de la prueba de tracción de las muestras B-25g siguen una distribución normal.

H₁: Los resultados obtenidos de la prueba de tracción de las muestras B-25g no siguen una distribución normal.

b) Regla de decisión

Valor p. > 0,05. Se rechaza la H₁

c) Resultado/ Decisión

Se observó en la Figura 12 que el resultado del valor p fue de 0.672, siendo este mayor a 0,05 rechazando la H₁. En conclusión, los resultados obtenidos de la prueba de tracción de las muestras B-25 g siguen una distribución normal. Indicando que el rango del resultado es de 95% de confiabilidad.

4.11.2.4. Análisis de varianza del ensayo de tracción

El análisis de varianza, es la prueba multivariante que se realiza de la M2-B15 g, M3-B20 g y M4-B25 g. Con el propósito de analizar la diferencia en los ensayos de tracción al aplicar la fuerza sobre las probetas del bioplástico, en el que se determina si una de las muestras presenta mayor variación. Ver Tabla 12.

H₀: u₁=u₂ (son iguales)

H1: $\mu_1 \neq \mu_2$ (son diferentes)

Tabla 12. Prueba de ANOVA para el ensayo de tracción

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	1295.76	647.880	587.62	0.000
Error	24	26.46	1.103		
Total	26	1322.22			

a) Prueba de hipótesis

H0: Los resultados obtenidos de las pruebas de tracción de las muestras B-15 g, B-20 g y B-25 g se asumen que las varianzas son iguales.

H1: Los resultados obtenidos de las pruebas de tracción de las muestras B-15 g, B-20 g y B-25 g se asumen que las varianzas no son iguales.

b) Regla de decisión

Valor $p < \alpha$ se rechaza la H0

0,000 < 0,05 se rechaza la H0

c) Resultado/ Decisión

Se obtuvo un valor p inferior al 0.05, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa. En conclusión, los resultados de la media de la prueba de tracción de las muestras B-15 g, B-20 g y B-25 g se asumen que las varianzas no son iguales, ya que influye la cocción y la adición del mucílago. Para reforzar los resultados del análisis de la varianza se utilizará la comparación en parejas de Tukey.

4.11.2.5. Prueba de Tukey del ensayo de tracción

La prueba de Tukey se aplica para realizar comparaciones múltiples de las medias de los grupos M2-B15 g, M3-B20 g y M4-B25 g. En la Tabla 13, se muestra que la media es significativamente diferente ya que no comparten ninguna letra de la muestra B- 20 g, B- 25 g y B- 15 g, lo que indica que B- 20 g posee la media significancia mayor.

Tabla 13. Prueba de Tukey para el ensayo de tracción a confianza de 95%

Bioplástico	N	Media	Agrupación
B- 20g	9	23.984	A
B- 25g	9	14.859	B
B- 15g	9	7.031	C

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los resultados obtenidos de las pruebas de tracción de las muestras B-15 g, B-20 g y B-25 g existe alguna significancia.

H₁: Los resultados obtenidos de las pruebas de tracción de las muestras B-15 g, B-20 g y B-25 g no existe alguna significancia.

b) Regla de decisión

Valor p. > 0,05. Se rechaza la H1

Las medias comparten una letra o no comparten

c) Resultado/ Decisión

Se mostró en la Tabla 13 que las medias no comparten una letra, rechazando la H₀, En conclusión, los resultados obtenidos de las pruebas de tracción de las muestras B-15 g, B-20 g y B-25 g no existe alguna significancia; debido a que la tracción fue mayor en B- 20 g ya que el bioplástico alcanzó un estiramiento longitudinal mayor con la media de 23.984.

4.11.3. Prueba de normalidad, ANOVA y Tukey de elongación de las muestras B- 15 g, B- 20 g y de B- 15 g

4.11.3.1. Prueba de Normalidad de elongación de B- 15 g

En Figura 13 se indica que la prueba de normalidad de elongación de B- 15 g, su valor p es de 0.338.

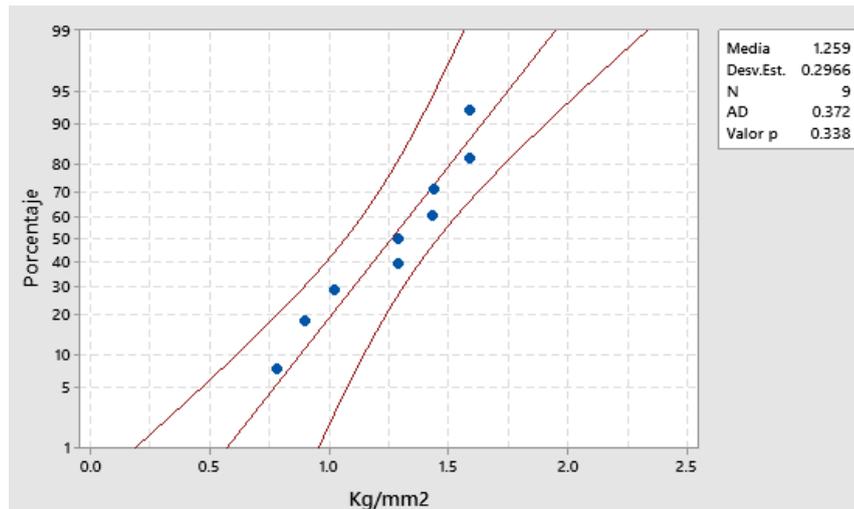


Figura 13. Prueba de Normalidad de elongación de B- 15 g

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los resultados obtenidos de la prueba de elongación de las muestras B- 15 g siguen una distribución normal.

H₁: Los resultados obtenidos de la prueba de elongación de las muestras B- 15 g no siguen una distribución normal.

b) Regla de decisión

Valor p. > 0,05. Se rechaza la H₁

c) Resultado/ Decisión

Se visualizó en la Figura 13 que el resultado del valor p fue de 0.338, siendo este mayor a 0,05, rechazando la H₁. En conclusión, los resultados obtenidos de la prueba de elongación de las muestras B-15 g siguen una distribución normal. Indicando que el rango del resultado es de 95% de confiabilidad.

4.11.3.2. Prueba de Normalidad de elongación de B- 20 g

La prueba de normalidad de elongación de 20 g, su valor p es de 0.313. Ver Figura 14.

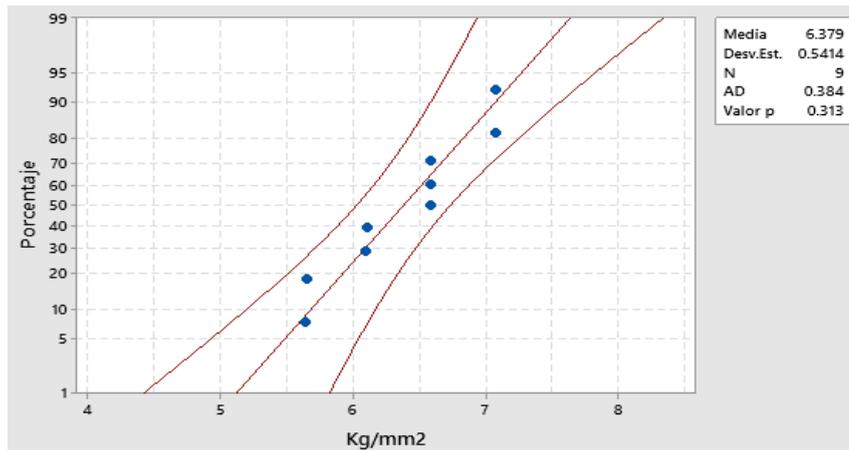


Figura 14. Prueba de Normalidad de elongación de B- 20 g

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los resultados obtenidos de la prueba de elongación de las muestras B-20 g siguen una distribución normal.

H₁: Los resultados obtenidos de la prueba de elongación de las muestras B-20 g no siguen una distribución normal.

b) Regla de decisión

Valor p. > 0,05. Se rechaza la H₁

c) Resultado/ Decisión

Se mostró en la Figura 14 que el resultado del valor p fue de 0.313, siendo este mayor a 0,05, rechazando la H₁. En conclusión, los resultados obtenidos de la prueba de elongación de las muestras B-20 g siguen una distribución normal. Indicando que el rango del resultado es de 95% de confiabilidad.

4.11.3.3. Prueba de Normalidad de elongación de B- 25 g

En la Figura 15 se detalla que la prueba de normalidad de elongación de 25 g, el valor p es de 0.691.

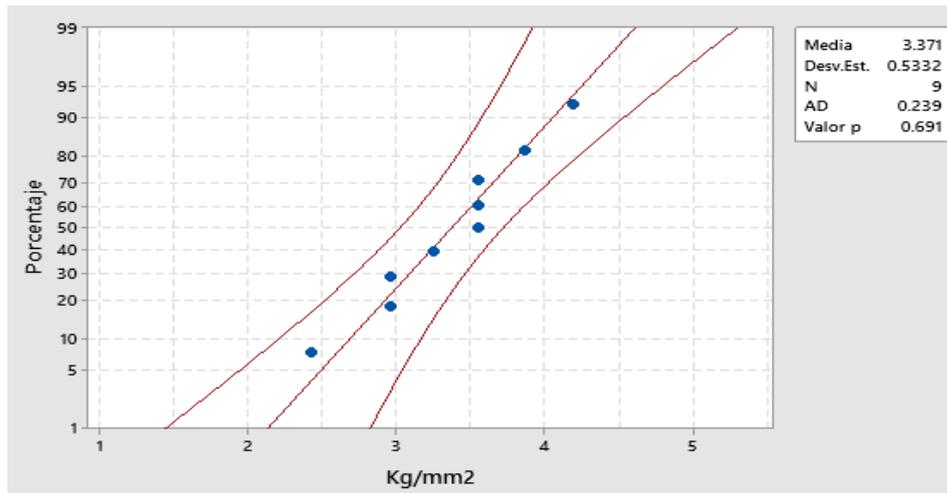


Figura 15. Prueba de Normalidad de elongación de B- 25 g

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los resultados obtenidos de la prueba de elongación de las muestras B- 25 g siguen una distribución normal.

H₁: Los resultados obtenidos de la prueba de elongación de las muestras B- 25 g no siguen una distribución normal.

b) Regla de decisión

Valor p. > 0,05. Se rechaza la H₁

c) Resultado/ Decisión

Se observó en la Figura 15 que el resultado del valor p fue de 0.691, siendo este mayor a 0,05, rechazando la H₁. En conclusión, los resultados obtenidos de la prueba de elongación de las muestras B-25 g siguen una distribución normal. Indicando que el rango del resultado es de 95% de confiabilidad.

4.11.3.4. Análisis de Varianza del ensayo de elongación

El análisis de varianza, es la prueba multivariante que se realizará de la M2-B15 g, M3-B20 g y M4-B25 g. Con el propósito de analizar la diferencia en los ensayos de elongación que es la extensión máxima que se ejerce un esfuerzo sobre las probetas del bioplástico, en el que se determina si una de las muestras presenta mayor variación, visualizado en la Tabla 14.

H₀: $\mu_1 = \mu_2$ (son iguales)

H₁: $\mu_1 \neq \mu_2$ (son diferentes)

Tabla 14. Prueba de ANOVA para el ensayo de elongación

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	119.185	59.5924	268.67	0.000
Error	24	5.323	0.2218		
Total	26	124.508			

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los resultados obtenidos de las pruebas de elongación de las muestras B-15 g, B-20 g y B-25 g se asumen que las varianzas son iguales.

H₁: Los resultados obtenidos de las pruebas de elongación de las muestras B-15 g, B-20 g y B-25 g se asumen que las varianzas no son iguales.

b) Regla de decisión

Valor $p < \alpha$ se rechaza la H₀

0,000 < 0,05 Se rechaza la H₀

c) Resultado/ Decisión

Se obtuvo un valor p inferior al 0.05, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa. En conclusión, los resultados de la media de la prueba de elongación de las muestras B-15 g, B-20 g y B-25 g se asumen que las varianzas son diferentes y significativas. Para reforzar los resultados del análisis de la varianza se utilizará la comparación en parejas de Tukey.

4.11.3.5. Prueba de Tukey del ensayo de elongación

La prueba de Tukey sirve para agrupar las muestras o si tienen medias diferentes no se agrupan. Como se observa en la Tabla 15 estas medias son significativamente diferentes ya que no comparten ninguna letra, el bioplástico del B- 20 g, B- 25 g y B- 15 g no comparten una letra, lo que indica que el bioplástico B- 20 g posee la media significativamente mayor.

Tabla 15. Prueba de Tukey para el ensayo de elongación a confianza de 95%

Bioplástico	N	Media	Agrupación
B- 20g	9	6.379	A
B- 25g	9	3.371	B
B- 15g	9	1.2590	C

a) Prueba de hipótesis

H₀: Los resultados obtenidos de las pruebas de elongación de las muestras B-15 g, B-20 g y B-25 g existe alguna significancia.

H₁: Los resultados obtenidos de las pruebas de elongación de las muestras B-15 g, B-20 g y B-25 g no existe alguna significancia.

b) Regla de decisión

Valor p. > 0,05. Se rechaza la H₁

Las medias comparten una letra o no comparten

c) Resultado/ Decisión

Se mostró en la Tabla 15 que el resultado de las medias que no comparten una letra, rechazando la H₀. En conclusión, los resultados obtenidos de las pruebas de elongación de las muestras B-15 g, B-20 g y B-25 g no existe alguna significancia; debido a que la elongación fue mayor en B- 20 g ya que el bioplástico alcanzó la tensión máxima de 6.38 Kg/mm² que pudo tolerar diferentes deformaciones.

V. DISCUSIÓN

La elaboración del bioplástico a partir del *Opuntia ficus indica* reforzado con almidón de *Ipomoea batatas*, es favorable debido a sus propiedades fisicoquímicas. Jaso (2021) señala que un bioplástico está constituido por recursos renovables y pueden ser biodegradables. Como lo confirman Alarcón y Arroyo (2016) que la obtención de un biopolímero a partir de almidón de papa sirve como empaque de alimentos debido al menor tiempo de biodegradación.

Las adiciones de almidón son algunas de las formas que se utilizan en la actualidad para mejorar ciertas propiedades (Alrefai et al., 2020). Por ello, como resultados de caracterización del *Opuntia ficus indica* tuvo un tono verde oscuro, mejor condición de madurez fisiológica y una textura dura y firme. También, presentó valores de 90% de humedad y 0.218 CP de viscosidad. Similarmente, Huanca (2017), demostró que el mucílago de penca de tuna tiene un 99.93% referido a la humedad y el color visualizado fue blancuzco.

Asimismo, Díaz (2019), en la extracción de pulpa de tuna tuvieron valores de humedad de 83,8-91,0%, debido a que la pectina tiene características higroscópicas. De igual manera, Pilligua (2017) demostró que la pectina de nopal presentó valores de 92.45 % de humedad y viscosidad de 2,05%, indicando que el nopal posee una pectina de alto metoxilo. Por otro lado, Lama (2018) mostró que las cáscaras de Naranja Valencia (*Citrus x sinensis*) tiene humedad de 52,94%. Además, se obtienen otras características del *Opuntia ficus indica* como lo menciona, Orozco (2017) que son aquellos elementos de color tenuemente verde, coloración aplicable a matices clorofilados concurrente en el mucílago.

La caracterización del almidón de *Ipomoea batatas* se realizó con el método de Granulometría resultando en tamaño de partícula 300 µm con peso inicial de 62.5 g y final de 24.6 g. Por lo contrario, Buxmann

et al. (2019) determinaron la distribución de tamaño de partícula para almidones de dos variedades de *batatas* entre los rangos de 5 a 25 μm con pico cercano a 15 μm . Asimismo, Arias (2019) en la obtención del almidón de la *Alocacia Macrorrhiza* se optó por un tamiz #325 considerándose 45 μm . Por lo contrario, García et al. (2021) en la obtención del bioplástico de yuca, se ejecutó con el #35 de tamiz de acero inoxidable resultado el almidón de tamaño de partícula 0,50 μm . Es decir, la diferenciación de tamaño de partícula es debido al fin de obtener un almidón fino, mediana o gruesa y así obtener la dosis adecuada.

A partir de las 6 dosis (10, 15, 20, 25, 30 y 50 gramos) de *Opuntia ficus indica*, la más eficiente fue la muestra M3 (20 g) a causa de que presentó plasticidad, mayor área, menor tiempo de secado y resultados favorables en los parámetros mecánicos. De igual forma, Miranda y Llanqui (2019) indican que utilizando concentraciones mayores a 20 g de mucílago de *Opuntia ficus Indica* mostraran menor porcentaje de infiltración y más porcentaje en el ensayo de solubilidad. Por otro lado, López, Jiménez y Delgado (2016) mencionan que las concentraciones del mucílago mayores a 30 g produjeron una coloración amarilla de baja claridad a la película por ello, se seleccionó la concentración más adecuada de 25 g. Por lo contrario, López, Osorio y Checa (2019) en la elaboración del bioplástico de pectina con revestimiento de fibras naturales la más eficiente dosis fue de 6 g.

Los parámetros mecánicos del bioplástico mostraron valores de $2,3984 \times 10^{-5}$ MPa y 638% para tracción y elongación, estos valores fueron interpretados por la ley de Young, ley de Hooke y la norma ASTM D 638. Similarmente, Pascoe (2019) realizó la caracterización química del jugo de cuatro variantes de cladodios de *Opuntia megacantha* obteniendo valores de resistencia de 1.77 MPa y elongación 124.16% respectivamente. De igual modo, en el ensayo de tracción Granda (2019) el almidón de *Solanum tuberosum* obtuvo valores de esfuerzo

máximo de 2.57 MPa y una elongación máxima de 44.76 % para el nivel de 3% de plastificante.

Por lo contrario, Arteaga y Zavala (2018) en la fabricación de bioplásticos de pectina-alginato y polímeros de agave, tuvieron valores de fuerza de tracción 8.01 N (0.00000801 MPa) para lograr el rompimiento. De igual manera, Sanchez (2017) menciona que los bioplásticos obtenidos de los residuos de camote y papa, obtuvieron valores de fuerza de tracción $0,148 \pm 0,92$ (Mpa) y elongación $10,85 \pm 2,50\%$, respectivamente. López, Osorio y Checa (2019) también evaluaron las propiedades mecánicas de las películas de pectina con aceite mineral y glicerol en el cual se obtuvo elongación del $33,12 \pm 4,39$ %, esfuerzo de ruptura por módulo de Young de $105,04 \pm 13,94$ MPa a causa de que el glicerol brindó elongación, mientras que el aceite y la pectina mejoran la resistencia a la tracción. Se infiere que la tracción evaluada por el módulo de Young, resultará mayor por la eficiencia al porcentaje de plastificante.

A diferencia de Chocano (2019), quien elaboró biopelículas formuladas con almidón de *Solanum tuberosum* (papa) y el mucílago alcanzó la elongación de 246.15%. Meza (2016), en la elaboración de bioplásticos a partir de almidón de papa, obtuvo valores de tracción 1.47 MPa y elongación de 19,99%. Esta diferencia de resultados se debe principalmente al contenido de glicerol y al plastificante como el ácido acético los cuales producen el aumento de elongación y provocan la máxima rotura.

En la biodegradación de las muestras de bioplástico de *Opuntia ficus indica* reforzado con el almidón de *Ipomoea batatas* en suelo agrícola, se obtuvieron el valor del 99,99% de biodegradación en 35 días según la norma ASTM 5988. Por lo contrario, Díaz et al. (2019) señala que el bioplástico de almidón de maíz (*Zea mays* L.) tiene un porcentaje de biodegradación 89,40% en 42 días. Meza (2016), en la elaboración de bioplásticos a partir de almidón de papa, alcanzó

valores de biodegradación 64,21% en suelo arenoso tomando como referencia la Norma ISO 17556:2012.

Cahuana (2019) menciona que la degradación de las bolsas plásticas convencionales demora aprox. 400 años, mientras tanto los oxo-biodegradables 12 - 15 meses y biopolímero 1 - 3 meses. Similarmente, Sernaqué (2020), analizó la biodegradabilidad de los bioplásticos elaborados de cáscaras de *Mangifera indica* y *Musa paradisiaca*, indicando que la cáscara de mango tuvo una reducción del 93,06 % y de cáscara de plátano un 73,16 % en 31 días. Asimismo, fue a causa de que, al aumentar la cantidad de glicerol, aumenta la biodegradabilidad de las láminas. Por lo contrario, Escribano (2020) determinó el intervalo de tiempo de la biodegradabilidad del bioplástico a partir de cáscara de maracuyá, por gravimetría, entre el intervalo de tiempo 7, 14, 20, 27 y 90 días.

VI. CONCLUSIONES

La investigación mostró que la elaboración del bioplástico a partir del *Opuntia ficus indica* reforzado con el almidón de *Ipomoea batatas* obtuvo buenas propiedades mecánicas como elongación, tracción y tasa de biodegradación. Entre los resultados más relevantes se obtuvo:

- ✓ El *Opuntia ficus indica* presentó un porcentaje de humedad de 90%, viscosidad de 0.218 CP. Además, el almidón de *Ipomea batatas* obtuvo un tamaño de partícula de 300 μm .
- ✓ La dosis óptima para elaborar el bioplástico fue de 20 gramos de mucílago.
- ✓ Los parámetros mecánicos del bioplástico como tracción y elongación fueron de $2,3984 \times 10^{-5}$ MPa y 638% respectivamente.
- ✓ La biodegradación del bioplástico alcanzó valores de 99,99% en 35 días, realizado en suelo agrícola por el método de enterramiento.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Usar las hojas (cladodios) de *Opuntia ficus indica* con espesor de 3 pulgadas aproximadamente, ya que presentarán altas concentraciones de mucílago, mejores resultados de viscosidad y propiedades higroscópicas.
- ✓ Utilizar el papel aluminio grueso o serigrafía para evitar las deformaciones al momento de verter la mezcla de mucílago.
- ✓ Evaluar diferentes dosis de glicerina para obtener resultados favorables en los parámetros de elongación y tracción.
- ✓ Evaluar las propiedades del suelo antes de la biodegradación del bioplástico.

REFERENCIAS

ADLI.B et al. Morphological characterization of some naturalized accessions of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. in the Algerian steppe regions. *South African Journal of Botany* [en línea]. 2019, **124**, 211-217. ISSN: 0254-6299. DOI <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.04.017>

ALARCON, H y ARROYO, E. Evaluación de las propiedades químicas y mecánicas de biopolímeros a partir del almidón modificado de la papa. *Rev. Soc. Quím.* [en línea]. 2016, **82** (3), 315-323. ISSN 1810-634X. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000300007

ALREFAI, Raid et al. A Review on the Production of Thermo-Plastic Starch From the Wastes of Starchy Fruits and Vegetables. *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*. [en línea]. Elsevier, 2020. ISSN 9780128035818 [Consultado 2 abril 2021]. DOI 10.1016/B978-0-12-820352-1.00054-7

ARIAS JARA, Miguel Á. Obtención del almidón de la *alocacia macrorrhiza* y cuantificación del oxalato de calcio [en línea]. Instituto Tecnológico Superior Calazacón, 2019 [Consultado 21 mayo 2021]. Disponible en: <http://tsachila.edu.ec/ojs/index.php/TSEDE/article/view/11/12>

ARRIETA BANQUET, Lina María y JIMENEZ VILLALBA, Karla Marcela. *Caracterización de cuatro variedades de batata (Ipomoea batatas Lam), cultivadas en la costa caribe colombiana para su aplicación agroindustrial*. [en línea]. Tesis postgrado, Universidad de Sucre, 2017. [Consultado 21 mayo 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unisucre.edu.co/jspui/bitstream/001/647/1/T664.2%20A%20775.pdf>

ARTEAGA.L y ZAVALA.S. Fabricación de plásticos biodegradables a base de pectina-alginato y polímeros de Agave para su utilización en la industria alimentaria. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. [en línea]. 2018, **3**, 678-691. DOI <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/10/112.pdf>

AVELLÁN.A et al. Obtaining bioplastic from corn starch (*Zea mays L.*). *Colón ciencias tecnología negocios* [en línea]. 2020, **7(1)**, 1-12. ISSN 2313-7819. DOI: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/215/215974004/index.html>

AZMI, G., ANGGITA, S., ALIFIA, R. Tensile Strength and Elongation Testing for Starch-Based Bioplastics using Melt Intercalation Method: A Review. *Journal of Physics: Conference Series* [en línea]. 2021, junio, 1-11. DOI 10.1088/1742-6596/1858/1/012028

BARBA, F; PUTNIK, P y BURSAC, D. Estrategias de la industria agroalimentaria para dietas saludables y sostenibilidad. *Ciencias agrícolas y biológicas* [en línea]. 2020, **249**. ISBN 9780128172278. Disponible en: https://www.elsevier.com/_dynamic/product-display?isbn=978-0-12-817226-1.

BARCALA, R et al. Coastal Police of Vigo. A Quasi- Experimental Pilot Study about Rescue and CPR. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 2017, **17** (66), 379-395. DOI <https://doi.org/10.15366/rimcafd2017.66.011>

BUXMANN et al. Technological characteristics of starches of two sweet potato varieties (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) infected with «encrespamiento amarillo». *Revista: Investigación, Ciencia y Universidad* [en línea]. 2019, **3(4)**. Disponible en: <http://repositorio.umaza.edu.ar/handle/00261/1611>

CAHUANA SANCHEZ, José Manuel. *Comparación de condiciones para la degradabilidad de biopolímero, plásticos oxo-biodegradables y polietileno de baja* [en línea]. Universidad Peruana Unión, 2019. [Consultado 21 mayo 2021]. Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/2433/Jose_Trabajo_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CARILLO, C; GOMEZ, J y SUAREZ, C. Compositional, thermal and microstructural characterization of the Nopal (*Opuntia ficus indica*), for addition in commercial cement mixtures. *Journal of Physics: Conference Series*. [en línea]. 2017, **935**. DOI 10.1088/1742-6596/935/1/012045

CASAS CHUMBE, J et al. *Producción de bolsas de compra para amas decasa en la provincia de Huancayo con impacto social positivo que fomente el consumo responsable* [en línea]. Tesis doctoral. Universidad Continental, 2019. [Consultado 21 mayo 2021]. Disponible en: <https://n9.cl/bnuk>

CORIA, C. et al. Teorías para calcular esfuerzos, deformaciones y deflexiones en pavimentos flexibles: un enfoque mecanicista. *Instituto Mexicano del transporte* [en línea]. 2018, **385**. ISBN 0188-7114. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/DocumentoTecnico/dt72.pdf>

CHOCANO, Nélica. *Propiedades Físicas y mecánicas de una biopelícula formulada con almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y el mucilago de nopal (*Opuntia ficus*)* [en línea]. Tesis para ingeniero agroindustrial. Universidad Nacional José María Arguedas, 2019. [Consultado 22 mayo 2021]. Disponible en: <https://acortar.link/HbFJCJ>

CUADRADO PEÑAFIEL, Edwin Alfredo. *Diseño de un proceso industrial para la obtención de almidón a partir de camote (*Ipomoea batatas* L.) para su uso alimenticio* [en línea]. Tesis de titulación. Escuela superior politécnica de Chimborazo, 2019. [Consultado 22 mayo 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10790/1/96T00529.pdf>

DIAZ BUSTAMANTE, Gilmer. *Evaluación del rendimiento en la extracción de pectina de tuna (Opuntia ficus indica)* [en línea]. Tesis para optar el Título Profesional. Universidad Nacional de Cajamarca, 2019. [Consultado 22 mayo 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3703>

DIAZ, A et al. Obtención de bioplástico a partir de almidón de maíz (*Zea mays* L.). *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios* [en línea]. 2019, **7** (1), 1-12. DOI 10.48204/j.colonciencias.v7n1a1

ESCRIBANO CAJO, Victor Manuel. Desarrollo y caracterización de un bioplástico a partir de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) [en línea]. Universidad Señor de Sipán, 2020. [Consultado 21 mayo 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7450/Escribano%20Cajo%20V%C3%ADctor%20Manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ESPINOZA FREIRE, E. La hipótesis en la investigación. *Rev. Mendive* [en línea]. 2018, **16**(1), 122-139. ISSN 1815-7696. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-76962018000100122&lng=es&nrm=iso.

ETIKAN, B. Muestreo y métodos de muestreo. *Biom Biostat Int J.* [en línea]. 2017, **5** (6), 215- 217. DOI 10.15406/ bbij.2017.05.00149.

FLORES, P. La problemática del consumo de plásticos durante la pandemia de la covid-19. *South Sustainability*, [en línea]. 2020, **1**(2), 16. DOI: 10.21142/SS-0102-2020-016

GARCIA, J et al. Almidón nativo de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) como agente ligante en la producción de mortadela tipo bologna. *Ecuador* [en línea]. 2021, **18**(1), 61-69. ISSN 2414-1046. DOI <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2021.008>.

GALICIA, S et al. Experimental plantation of nopal for evaluation offertilization and mucilage extraction systems. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* [en línea]. 2017, **8** (5), 1087-1099. ISSN 2007-0934. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000501087&lang=pt

GALVEZ ARÉVALO, Ana Gabriela. *Elaboración de plástico biodegradable a partir del almidón extraído del maíz (Zea mays)* [en línea]. Tesis (Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016. [Consultado 21 mayo 2021]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/5102>

GAMBINI et al. Cuantificación y caracterización de residuos sólidos en la playa San Pedro de Lurín, Lima, Perú. *The Biologist (Lima)* [en línea]. 2019, **17**(1), 197-205. ISSN 1816-0719. DOI <https://doi.org/10.24039/rb2019171305>

GARCÍA NAUTA, Nidia. *Optimización de la extracción acuosa y secado del biopolímero de nopal (opuntia ficus-indica)* [en línea]. Tesis para magister. Universidad de Chile, 2017. [Consultado 22 mayo 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/151051>

GONÇALVES ALBUQUERQUE Tania, et al. Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables. *Jaiswal, Nutritional* [en línea]. 2020, **44**, 709-728. ISBN 9780128127803. DOI <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812780-3.00044-1>.

GRANDA SANCHEZ, Jorge Jeyson y RAMOS CONTRERAS, Yenny Merly. *Estudio de la resistencia a la tracción y deformación de bioplásticosobtenidos a partir de almidón de Solanum Tuberosum a diferentes porcentajes de plastificante* [en línea]. Tesis para optar título. Universidad Nacional de Trujillo. 2019. [Consultado 22 mayo 2021]. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13393>

HARO, A., BORJA, A. y TRIVIÑO., S. Analysis on the use of banana waste, as raw material for the production of biodegradable plastic materials. Guayaquil. *Ecuador. Dom. Cien* [en línea]. 2017, **3**(2), 506- 525. ISSN 2477-8818. DOI <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>

HUANCA. Juan. *Evaluar los parámetros durante el tratamiento térmico para obtención de mucílago de la penca de tuna (Opuntia ficus-indica)* [en línea]. Tesis para Título. Universidad Nacional del Altiplano, 2017. [Consultado 22 mayo 2021]. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10347/Huanca_Alca_Juan_Jos%C3%A9.pdf?sequence=1&isAllowed=y

JASO SANCHEZ, M. Bioplastics emergence: A technological niches study. *Acta univ* [en línea]. 2020, **30**. ISSN 2007-9621. DOI <https://doi.org/10.15174/au.2020.2654>.

LAMA. Jorge. *Elaboración de bioplástico aprovechando la pectina presente en la cáscara de naranja valencia (citrus x sinensis) reforzado con almidón de yuca a nivel de laboratorio – UCV Sede Lima Norte 2018* [en línea]. Tesis de titulación. Universidad César Vallejo, 2018. [Consultado 22 mayo 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/24045>

LEDESMA.A., et al. Bioplásticos de almidón de maíz y quinua para uso como envolturas alimenticias biodegradables. *Revista Dominio de las ciencias* [en línea]. 2021, **7**(4), 39-56. ISSN 2477-8818. DOI <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4.2080>

LOPEZ GARCÍA, F; JIMENEZ MARTINEZ, C y DELGADO MACUIL, R. Caracterización de una película biopolimérica formulada con mucílago de nopal (*Opuntia joconostle*). *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica* [en línea]. 2016, **4**(20), 14-21. Disponible en: <http://148.204.124.104/bitstream/20.500.12273/424/1/54.pdf>

LOPEZ, D; OSORIO, O y CHECA, O. Propiedades mecánicas de un material de pectina para el recubrimiento de fibras naturales utilizado en aplicaciones agrícolas. *Inf. tecnol.* [en línea]. 2019, **30** (3), 189-198. ISSN 0718-0764. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300189>

MANTEROLA, Carlos et al. Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. *Rev. chil. infectol.* [en línea]. 2018, **35**(6), 680-688. ISSN 0716-1018. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182018000600680>.

MARICHELVAM, M; MOHAMMAD, J y MOHAMMAD, A. Corn and Rice Starch-Based Bio-Plastics as Alternative Packaging Materials. *Plant Fibers* [en línea]. 2019, **7** (4), 32. DOI <https://doi.org/10.3390/fib7040032>

MEDINA, L. *Determinación de parámetros óptimos en la extracción de sólidos solubles de la coronta de maíz morado (Zea mays L.) de la variedad INIA 615-Negro Canaán, por lixiviación* [en línea]. Tesis de postgrado. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2015. [fecha de consulta 21 mayo 2021]. Disponible en: http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/950/Tesis%20A1153_Med.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MEJÍA SAAVEDRA, Luz Angélica. *Efecto de la concentración de almidón obtenido de los subproductos de las variedades de papa huayro y perricholi (solanum tuberosum) sobre las características fisicoquímicas y rendimiento en bioetanol* [en línea]. Tesis: doctorado. Universidad CesarVallejo, 2018. [fecha de consulta 21 mayo 2021]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/24995/mejia_sl.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MEZA RAMOS, Paola Nathali. *Elaboración de bioplásticos a partir de almidón residual obtenido de peladoras de papa y determinación de su biodegradabilidad a nivel de laboratorio* [en línea]. Tesis para optar título. Universidad Nacional agraria la Molina, 2016 [Consultado 22 mayo 2021]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2016/Q60-M49-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MEZA, P., QUIPUZO, L. y MEZA, V. Elaboración de bioplásticos y determinación de su biodegradabilidad - Proyecto de laboratorio. *Revista Del Instituto De Investigación* [en línea]. 2019, **22**(43), 67-80. ISSN 1682-3087. DOI <https://doi.org/10.15381/iigeo.v22i43.16691>

MIRANDA AGURTO, Diana Natali y LLANQUI TICONA, Sheyla. *Estudio de las concentraciones de mucilago de nopal (opuntia ficus -indica) para elaboración de biopolímeros degradables* [en línea]. Tesis para optar bachiller. Universidad Peruana Unión, 2019. [Consultado 22 mayo 2021]. Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/2454/Diana_Trabajo_Bachillerato_2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y

MORENO et al. Transformación del almidón de papa, mucílago de nopal y sábila en bioplásticos como productos de valor agregado amigable con el ambiente. *RA XIMHAI* [en línea]. 2017, **13**(3), 365-382. ISSN 1665-0441 Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46154070021.pdf>

MOSCOSO, J. Los métodos mixtos en la investigación en educación: hacia un uso reflexivo. *Cad. Pesqui.* [en línea]. 2017, **47**(164), 632-649. ISSN 1980-5314. DOI <https://doi.org/10.1590/198053143763>.

MURILLO. Leticia y ORTIZ. Nancy. *Diseño de una Planta Productora de Bioplástico a partir del Nopal (Opuntia robusta)* [en línea]. Tesis. Instituto Tecnológico de Durango, 2017. [Consultado 22 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/58891965/nopal-final-b-130617>

OTZEN, T. y MANTEROLA, C. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol.* [en línea]. 2017, **35**(1), 227-232. ISSN 0717-9502. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>.

OROZCO, Elizabeth. *Elaboración y Caracterización de Películas de Mucilago de Nopal-Pectina: Efecto de la Concentración del Mucilago de Nopal en las Propiedades Fisicoquímicas y Mecánicas*. Tesis de titulación. Universidad Autónoma del Estado de México, 2017. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67766/Tesis%20Eli%20%283%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PASCOE. S y MENDOZA, M. Evaluación y caracterización físico-mecánica de un material bioplástico pigmentado fabricado mediante un proceso estándar utilizando jugo de nopal de dos especies. *Revista: Research* [en línea]. 2019, 1-15. ISBN 978-90-74461-61-0. DOI <https://acortar.link/jWdB60>

PASCOE.S; MARTÍNEZ.C y VARELA.J. Formulación de una película plástica natural utilizando nopal verdura spp. *Revista: Research* [en línea]. 2019. Disponible en: <https://acortar.link/37n25B>

PASCOE-ORTIZ, S et al. Identificación de propiedades presentes en jugo de *Opuntia megacantha* Salm-Dyck importantes para la producción de biopolímeros. *TIP* [en línea]. 2019, **22**, 197. ISSN 1405-888X. DOI <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2019.0.197>.

PILLIGUA AVILES, Flor María. *Extracción de la pectina del nopal (*Opuntia ficus indica*) y su aplicación en un dulce de cacao* [en línea]. Tesis para optar bachiller. Universidad de Guayaquil, 2017. [Consultado 22 mayo 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/21901>

PINANGO CACUANGO, Richar Omar. *Extracción de inulina de dos variedades de tuna opuntia ficus-indica color roja y blanca del Valle del Universidad Chota por lixiviación* [en línea]. Tesis para optar bachiller. Universidad Técnica del Norte, 2019. [Consultado 22 mayo 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9160>

PINTO VILCA, Sofía Ana. *Efecto de la aplicación de coevaluación sobre la motivación de logro en estudiantes de arte y diseño empresarial de una Universidad particular de Lima*, 2016 [en línea]. Tesis para optar el grado de maestro en docencia. Universidad Ricardo Palma, 2017 [Consultado 22 mayo 2021]. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1435/SAPINTOV.pdf>

PIZA BURGOS, N; AMAIQUEMA MARQUEZ, F y BELTRAN BAQUERIZO, G. Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Conrado* [en línea]. 2019, **15**(70), 455-459. ISSN 2519-7320. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000500455&lng=es&nrm=iso.

ROJO, E y MONTOTO, T. *Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global* [en línea]. España: Madrid. Ecologistas en Acción, 2017 [Fecha de consulta el 21 de septiembre]. ISBN 978-84-946151-9-1. Disponible en: <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/informe-basuras-marinas.pdf>

ROMERO, V. Propiedades energéticas de la harina de maca (*Lepidium peruvianum* Chacón o *Lepidium meyenii* Walpers). *Rev. Soc. Quím.* [en línea]. 2016, **82**(1), 1-15. ISSN 1810-634X. DOI http://dev.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2016000100005&lng=es&nrm=iso.

SALAZAR, C. *Fundamentos Básicos de estadística* [en línea]. Ecuador. Montessori, M, 2018 [fecha de consulta 21 mayo 2021]. ISBN 978-9942-30-616-6. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13720/3/Fundamentos%20B%C3%A1sicos%20de%20Estad%C3%ADstica-Libro.pdf>

SANCHEZ, K. *Comparación de la calidad de bioplásticos obtenidos del almidón de los residuos de papa y camote de restaurantes del mercado central del distrito de independencia, 2017* [en línea]. Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo, 2017. [Consultado 21 de mayo 2021]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12651/Sanchez_HKR.pdf?sequence=4&isAllowed=y

SARAVIA. J. *Propuesta para implementar una planta de procesamiento de plástico reciclado*. [en línea]. Tesis de grado. Universidad Autónoma de Ica, 2016. [Consultado 21 de mayo 2021]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/AUIC_5fd273c81954279f078f66966305118d

SCOGNAMIGLIO. F et al. Thermoplastic Starch (TPS) Films Added with Mucilage from *Opuntia Ficus Indica*. *Materiales (Basilea)* [en línea]. 2020, **13** (4), 1000. [Consultado 22 mayo 2021]. DOI 10.3390 / ma13041000.

SERNAQUE AUCCAHUASI, Fernando Antonio, et al. Biodegradabilidad de los bioplásticos elaborados a partir de cáscaras de *Mangifera indica* y *Musa paradisiaca*. *Ctro. Agr.* [en línea]. 2020, **47**(4), 22-31. ISSN 2072-2001.

SOLANO, L, BELTRÁN, L y JIMÉNEZ, C. Películas y recubrimientos comestibles funcionalizados. *P Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* [en línea]. 2018, **21**(2), 30-42. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revespciequibio/cqb-2018/cqbs182c.pdf>

SOLARTE, et al. Propiedades Reológicas y Funcionales del Almidón. Procedente de Tres Variedades de Papa Criolla. *Inf. tecnol.* [en línea]. 2019, **30**(6), 35-44. ISSN 0718-0764. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000600035>.

SUSILAWATI, L et al. Characterization of Bioplastic Packaging from Tapioca Flour Modified with the Addition of Chitosan and Fish Bone Gelatin 2019. *World Scientific News* [en línea]. 2019, **135**, 85 -98. ISSN: 2392-2192. Disponible en: <https://acortar.link/S7k6T5>

SYAUBARI et al. Synthesis of biodegradable plastic from tapioca with N-Isopropylacrylamid and chitosan using glycerol as plasticizer. *Materials Science and Engineering* [en línea]. 2018, **345**. DOI 10.1088/1757-899X/345/1/012049

TANO et al. Spatial and Temporal Variability of Soil Redox Potential, pH and Electrical Conductivity across a Toposequence in the Savanna of West Africa. *MDPI: agronomy* [en línea]. 2020, **22**. DOI 10.3390/agronomy10111787

TUNQUE HUAMANÍ, Dine. *Formulación y elaboración de un pan de molde enriquecido con coca (Erythroxylum coca), camote (Ipomea batata) y quinua (Chenopodium quinoa willd) aplicando superficie de respuesta.* [en línea]. Tesis doctoral. Universidad Nacional de San Cristóbal, 2017. [Consultado 21 mayo 2021]. Disponible en: http://209.45.73.22/bitstream/handle/UNSCH/3326/TESIS%20IA273_Tun.pdf?sequence=1&isAllowed=y

UNEP. SINGLE-USE PLASTICS: A Roadmap for Sustainability, *UNEP* [en línea]. 2018. ISBN 978-92-807-3705-9 Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11822/25496>.

VARGAS MAMANI, J; VERA VARGAS, G y SUPPE TEJADA, N. Caracterización físico-química, microscópica de barrido y dispersión de rayos x del mucílago de cladodios de *Opuntia ficus indica* en la región alta de Tacna. *Rev. Soc. Quím.* [en línea]. 2019, **85**(3), 305-314. ISSN 1810-634X. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2019000300003&lng=es&nrm=iso>.

VARGAS, Lorena, GAMIÑO, Zeferino y FUENTES, Rosalba. *Mucilago de nopal y su aplicación en la obtención de biopolímeros* [en línea]. Tesis Universidad de Guanajato, 2018. [Consultado 22 mayo 2021]. ISSN 2007-672X. Disponible en: <https://acortar.link/JKMDi>

VEJARANO, R; SICHE, R. *Biodegradabilidad de bandejas a base de almidón de camote (Ipomea batata), fibra de bagazo de caña (Saccharum officinarum) y glicerina según la norma une-en13432:2001 y utilizando imágenes hiperespectrales* [en línea]. Tesis postgrado. Universidad Nacional de Trujillo, 2017. [Consultado 22 mayo 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/7450/Escribano%20Cajo%20V%C3%ADctor%20Manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VELASCO URDIALES, Miguel Jesús. *Biodegradación del polietileno de baja densidad, mediante el uso del lepidóptero *Gallería mellonella* bajo condiciones térmicas controladas en el 2017* [en línea]. Tesis postgrado. Universidad Cesar Vallejo, 2017. [Consultado 21 mayo 2021]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12614/Velasco_UMJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VIDAL, A; ZAUCEDO, A y RAMOS, M. Nutritional properties of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and its benefits in Human health. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* [en línea]. 2018, **19**(2), 1-15. ISSN 1665-0204 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81357541001>

VILLA-UVIDA, D et al. Extraction, properties and benefits of mucilages. *Dominio de las ciencias* [en línea]. 2020, **6**(2), 503-524. ISSN 2477-8818. DOI <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i2.1181>

YIHONG, Q; YISHENG.C y RAO, M. Developing Solid Oral Dosage Forms. *Pharmaceutical Theory and Practice* [en línea]. *Geoff, Z y Lawrence, Y.* 2017, **2**, 1127-1160. ISBN 978-0-12-802447-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128024478/developing-solid-oral-dosage-forms>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización de variables

Obtención de bioplástico a partir del <i>Opuntia ficus indica</i> reforzado con almidón de <i>Ipomoea batatas</i>						
	Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad /escala
Independiente	<i>Opuntia ficus indica</i> reforzado con almidón de <i>Ipomoea batatas</i>	El <i>Opuntia ficus indica</i> tiene componentes proteicos y plastificantes como la pectina y glicerol, asimismo el agregado de <i>Ipomoea batatas</i> es un derivado de la celulosa y cuenta con características de fermentación de azúcares, para la formación de un polímero mejorando físicamente la estructura con propiedades mecánicas, por ende, ambas materias primas contribuyen para la formación del bioplástico (Orozco, 2017).	Se caracterizó fisicoquímicamente el <i>Opuntia ficus indica</i> y se determinó las características físicas del <i>Ipomea batatas</i> . Luego se determinó la dosis del <i>Opuntia ficus indica</i>	Características fisicoquímicas del <i>Opuntia ficus indica</i> e <i>Ipomeas batatas</i>	Humedad	%
					Viscosidad	CP
					Tamaño de partícula	µm
				Dosis del <i>Opuntia ficus indica</i>	Baja: 10-15	g
					Media:20-25	
					Alta: 50-30	
Dependiente	Obtención de bioplástico	La obtención del bioplástico es un proceso que consiste en la extracción de la materia prima, mezclado de los productos, reposo y secado donde finalmente, se obtiene el bioplástico proveniente de fuentes degradables y eco amigables para el medio ambiente (Chocano, 2019).	Se midió parámetros mecánicos y su biodegradabilidad por enterramiento en el suelo.	Parámetros mecánicos del bioplástico	Elongación	%
					Tracción	MPa
				Biodegradabilidad	Tasa de degradación	%
					Tiempo	Días

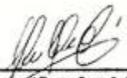
Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

Ficha 1. Caracterización del <i>Opuntia ficus indica</i> .								
Autora		Gamboa Najarro, Sandra						
Título		Obtención de bioplástico a partir del <i>Opuntia ficus indica</i> reforzado con almidón de <i>Ipomoea batatas</i>						
Línea de investigación		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales						
Asesor		Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto						
Lugar								
Características del <i>Opuntia ficus indica</i>				Fecha	Peso del <i>Opuntia ficus indica</i>			
Tipo de nopal	Color	Condición	Textura		Peso bruto del <i>Opuntia ficus indica</i> (kg)	Fecha	Peso neto del <i>Opuntia ficus indica</i> (g)	Fecha
Variable independiente	Características del nopal <i>Opuntia ficus indica</i>							
Nopal <i>Opuntia ficus indica</i>	Humedad (%)	Viscosidad (%)	Peso (ml)	Fecha				

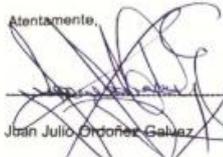
*Peso bruto: Es la materia prima de *Opuntia ficus indica*

*Peso neto: Pelado del *Opuntia ficus indica*

*Peso (ml): Jugo del *Opuntia ficus indica*


 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308 

Ficha 2. Caracterización del <i>Ipomoea batatas</i> .				
Autora	Gamboa Najarro, Sandra			
Título	Obtención de bioplástico a partir del <i>Opuntia ficus indica</i> reforzado con almidón de <i>Ipomoea batatas</i>			
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales			
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto			
Lugar				
Características del <i>Ipomoea batatas</i>				Fecha
Tipo	Color	Condición	Textura	
Variable independiente	Características del <i>Ipomoea batatas</i>			
<i>Ipomoea batatas</i>	Tamaño de partícula (mm)	Peso (g)	Fecha	


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130257
 RENACYT: P0078275


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Acentamente,

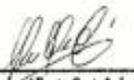
Jhón Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

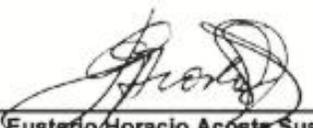
Ficha 3. Parámetros de obtención del bioplástico de *Opuntia ficus indica* reforzado de almidón de *Ipomoea batatas*.

Autora	Gamboa Najarro, Sandra
Título	Obtención de bioplástico a partir del nopal <i>Opuntia ficus indica</i> reforzado con <i>Ipomoea batatas</i>
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
Lugar	

Muestra	Fecha	Insumos							Tiempo de agitación (min)	Temperatura de mezcla (°C)	Fecha inicial	Tiempo de secado (días)	Fecha final
		Dosis de <i>Opuntia ficus indica</i> (g)	Dosis de <i>Ipomoea batatas</i> (g)	H2O (L)	Acido acético (L)	Glicerina (L)	Canela (g)	Clavo de olor (g)					

*M: muestra *Temperatura: promedio de la inicial y final


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130287
 RENACYT: P0078275


Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Atentamente,

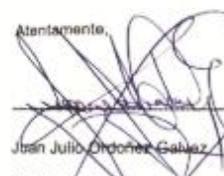
José Julio Rodríguez Galvez
 DNI: 08447308

Ficha 4. Análisis de los parámetros mecánicos y biodegradabilidad del bioplástico de <i>Opuntia ficus indica</i> reforzado con almidón de <i>Ipomoea batatas</i>								
Autora		Gamboa Najarro, Sandra						
Título		Obtención de bioplástico a partir del nopal <i>Opuntia ficus indica</i> reforzado con <i>Ipomoea batatas</i>						
Línea de investigación		Calidad y Gestión de los Recursos Naturales						
Asesor		Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto						
Lugar								
Variable dependiente	Muestra	Nº de repeticiones	Parámetros mecánicos del bioplástico		Evolución de biodegradabilidad del bioplástico			
			Elongación (%)	Tracción (N)	Fecha inicial	Fecha final	Tiempo de duración (d)	Tasas de degradación (%)
Bioplástico	M2 Δ (15 g)	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
		7						
		8						
		9						
	M3 Δ (20 g)	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
		7						
		8						
		9						
	M4 Δ (25 g)	1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
		7						
		8						
		9						

*M: muestra


 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 Dr. Eusebio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Gabarez
 DNI: 06447308

Anexo 3: Validación de instrumento

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1 Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
- I.2 Cargo e institución donde labora: Docente /UCV Campus Los Olivos
- I.3 Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
- I.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización del nopal *Opuntia ficus indica*
- I.5 Autora de Instrumento: Gamboa Najarro, Sandra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio del 2021


 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130257
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1 Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
 I.2 Cargo e institución donde labora: Docente /UCV Campus Los Olivos
 I.3 Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
 I.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización del *Ipomoea batatas*
 I.5 Autora de Instrumento: Gamboa Najarro, Sandra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio del 2021


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. **Apellidos y Nombres:** Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
- I.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente /UCV Campus Los Olivos
- I.3. **Especialidad o línea de investigación:** Tecnología Mineral y Ambiental
- I.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Parámetros de obtención del bioplástico
Opuntia ficus indica reforzado *Ipomoea batatas*
- I.5. **Autora de Instrumento:** Gamboa Najarro, Sandra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio del 2021


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1 Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
 I.2 Cargo e institución donde labora: Docente /UCV Campus Los Olivos
 I.3 Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
 I.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de los parámetros mecánicos y biodegradabilidad del bioplástico de *Opuntia ficus indica* reforzado *Ipomoea batatas*
 I.5 Autora de Instrumento: Gamboa Najarro, Sandra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio del 2021


 Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1 Apellidos y Nombres: Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio
 I.2 Cargo e institución donde labora: Docente /UCV Campus Los Olivos
 I.3 Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química y Ambiental
 I.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización del nopal *Opuntia ficus indica*
 I.5 Autora de Instrumento: Gamboa Najarro, Sandra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

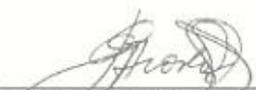
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio del 2021


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP. N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1 Apellidos y Nombres: Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio
 I.2 Cargo e institución donde labora: Docente /UCV Campus Los Olivos
 I.3 Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química y Ambiental
 I.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización del *Ipomoea batatas*
 I.5 Autora de Instrumento: Gamboa Najarro, Sandra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

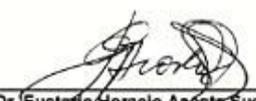
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio del 2021


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente /UCV Campus Los Olivos
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ingeniería Química y Ambiental
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Parámetros de obtención del bioplástico
Opuntia ficus indica reforzado Ipomoea batatas
- 1.5. **Autora de Instrumento:** Gamboa Najarro, Sandra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio del 2021


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1 Apellidos y Nombres: Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio
 I.2 Cargo e institución donde labora: Docente /UCV Campus Los Olivos
 I.3 Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química y Ambiental
 I.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de los parámetros mecánicos y biodegradabilidad del bioplástico de *Opuntia ficus indica* reforzado *Ipomoea batatas*
 I.5 Autora de Instrumento: Gamboa Najarro, Sandra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio del 2021


 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 **Apellidos y Nombres:** Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio
 1.2 **Cargo e institución donde labora:** Docente /UCV Campus Los Olivos
 1.3 **Especialidad o línea de investigación:** Ingeniería Química y Ambiental
 1.4 **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Caracterización del nopal *Opuntia ficus indica*
 1.5 **Autora de Instrumento:** Gamboa Najarro, Sandra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio de 2021

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1 Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio
 I.2 Cargo e institución donde labora: Docente /UCV Campus Los Olivos
 I.3 Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química y Ambiental
 I.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización del *Ipomoea batatas*
 I.5 Autora de Instrumento: Gamboa Najarro, Sandra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio de 2021

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1. **Apellidos y Nombres:** Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio
- I.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente /UCV Campus Los Olivos
- I.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ingeniería Química y Ambiental
- I.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Parámetros de obtención del bioplástico
Opuntia ficus indica reforzado *Ipomoea batatas*
- I.5. **Autora de Instrumento:** Gamboa Najarro, Sandra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio de 2021

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- I.1 Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Galvez, Juan Julio
 I.2 Cargo e institución donde labora: Docente /UCV Campus Los Olivos
 I.3 Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Química y Ambiental
 I.4 Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de los parámetros mecánicos y biodegradabilidad del bioplástico de *Opuntia ficus indica* reforzado *Ipomoea batatas*
 I.5 Autora de Instrumento: Gamboa Najarro, Sandra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

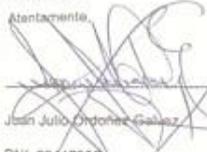
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 11 de junio de 2021

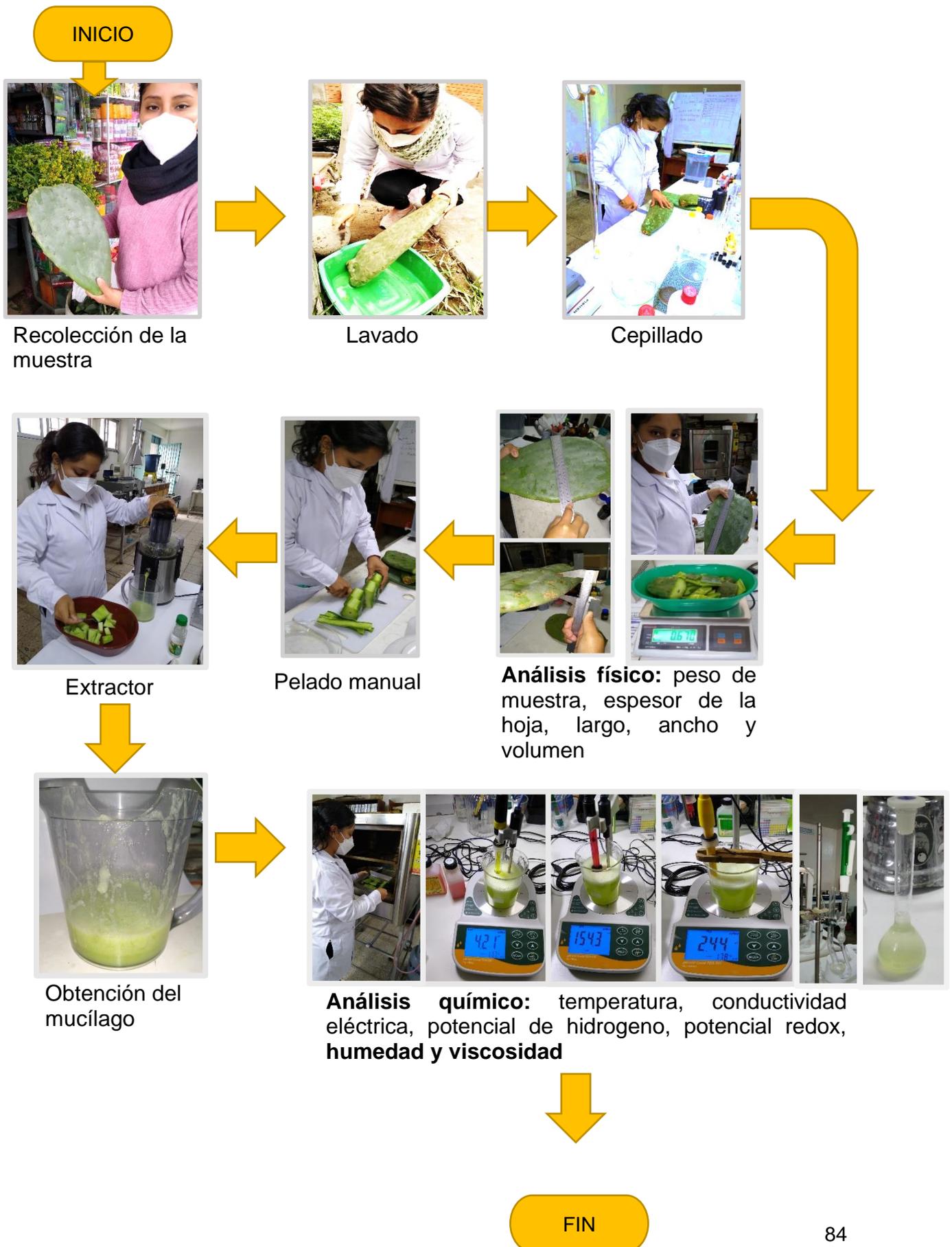
Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

ANEXO 4: Ubicación de la recolección del *Opuntia ficus indicas*

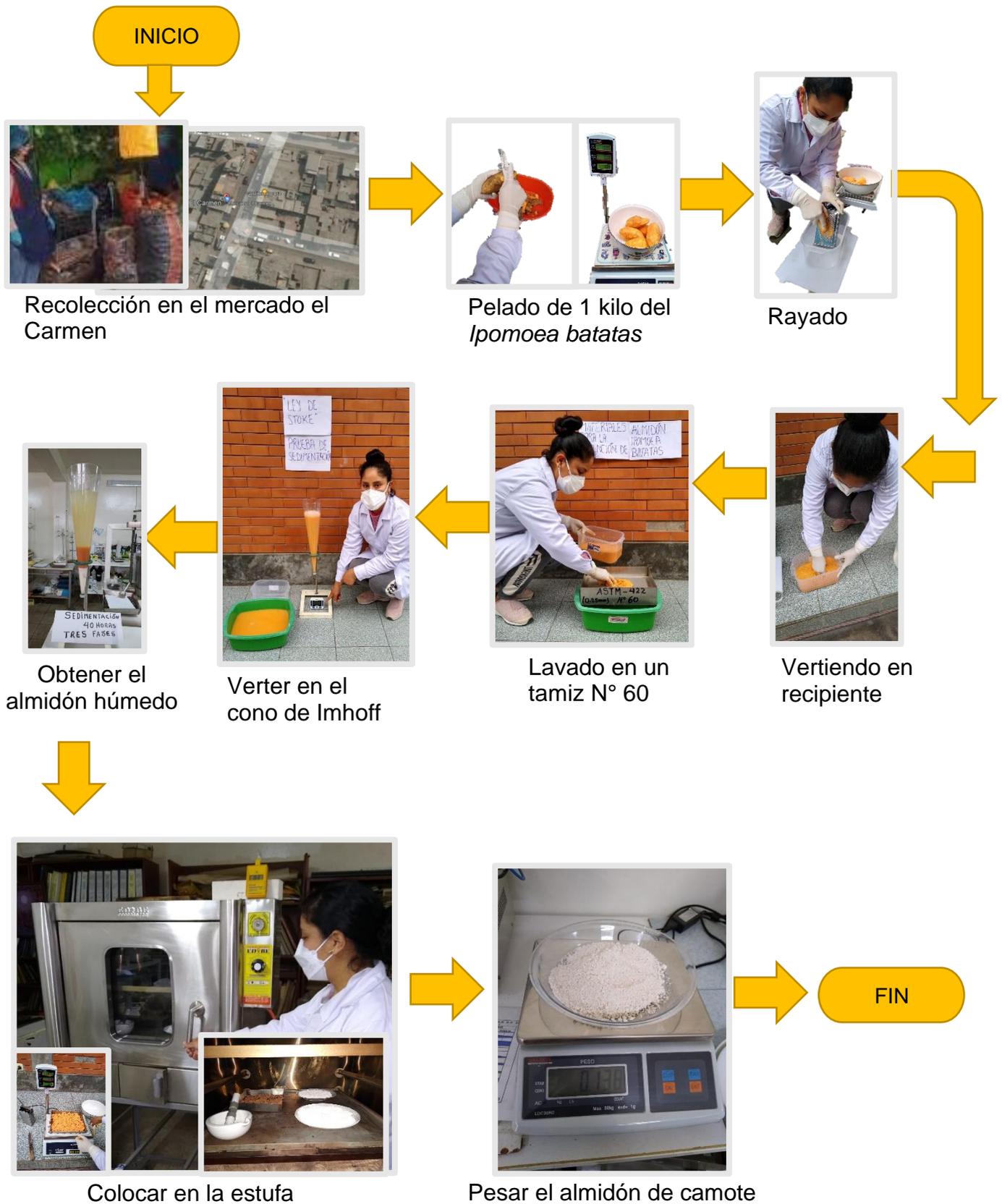


Fuente: Diario la República (2020)

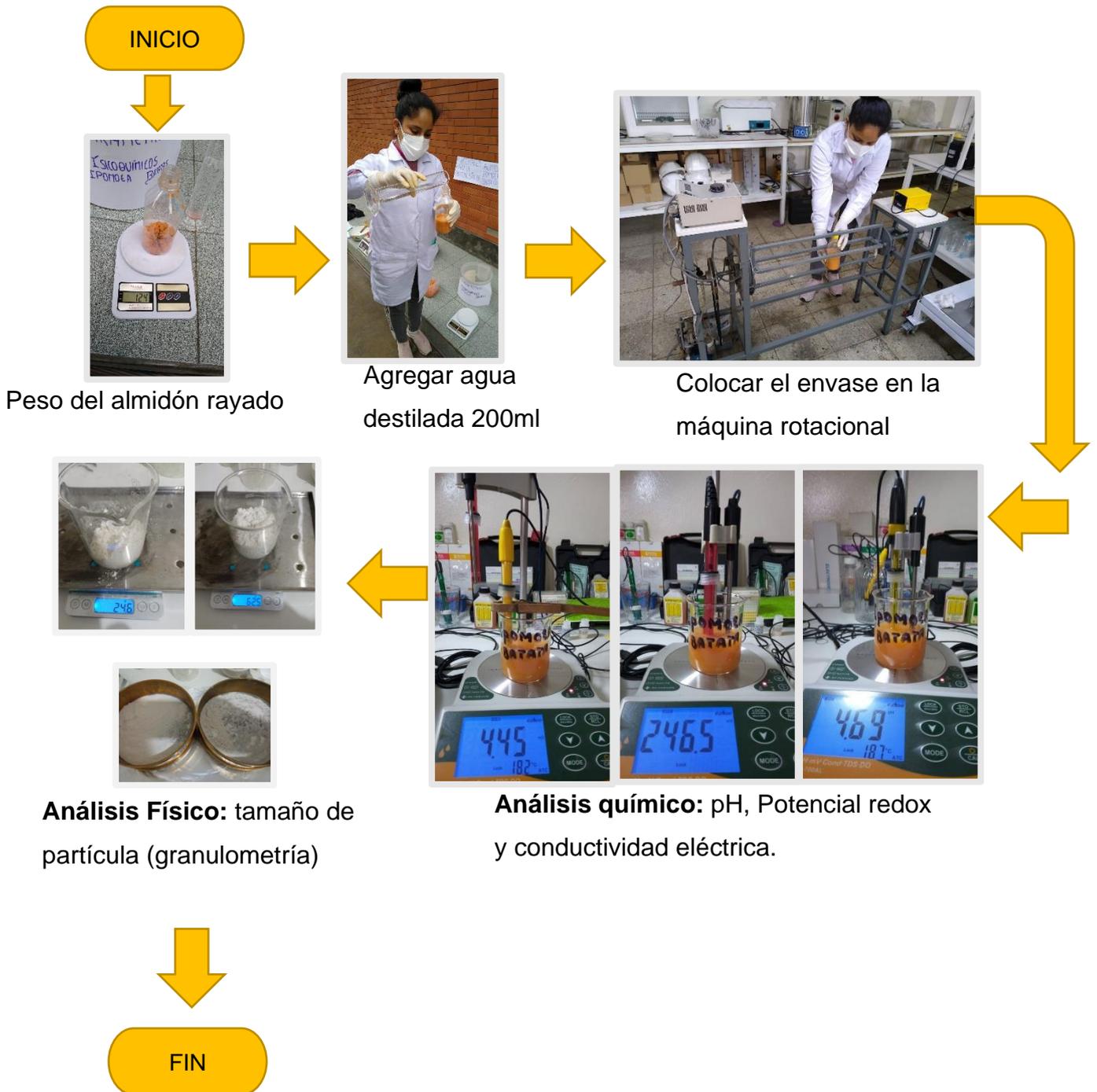
ANEXO 5: Caracterización fisicoquímica del *Opuntia ficus indicas*



ANEXO 6: Recolección y elaboración del almidón de *Ipomoea batatas*



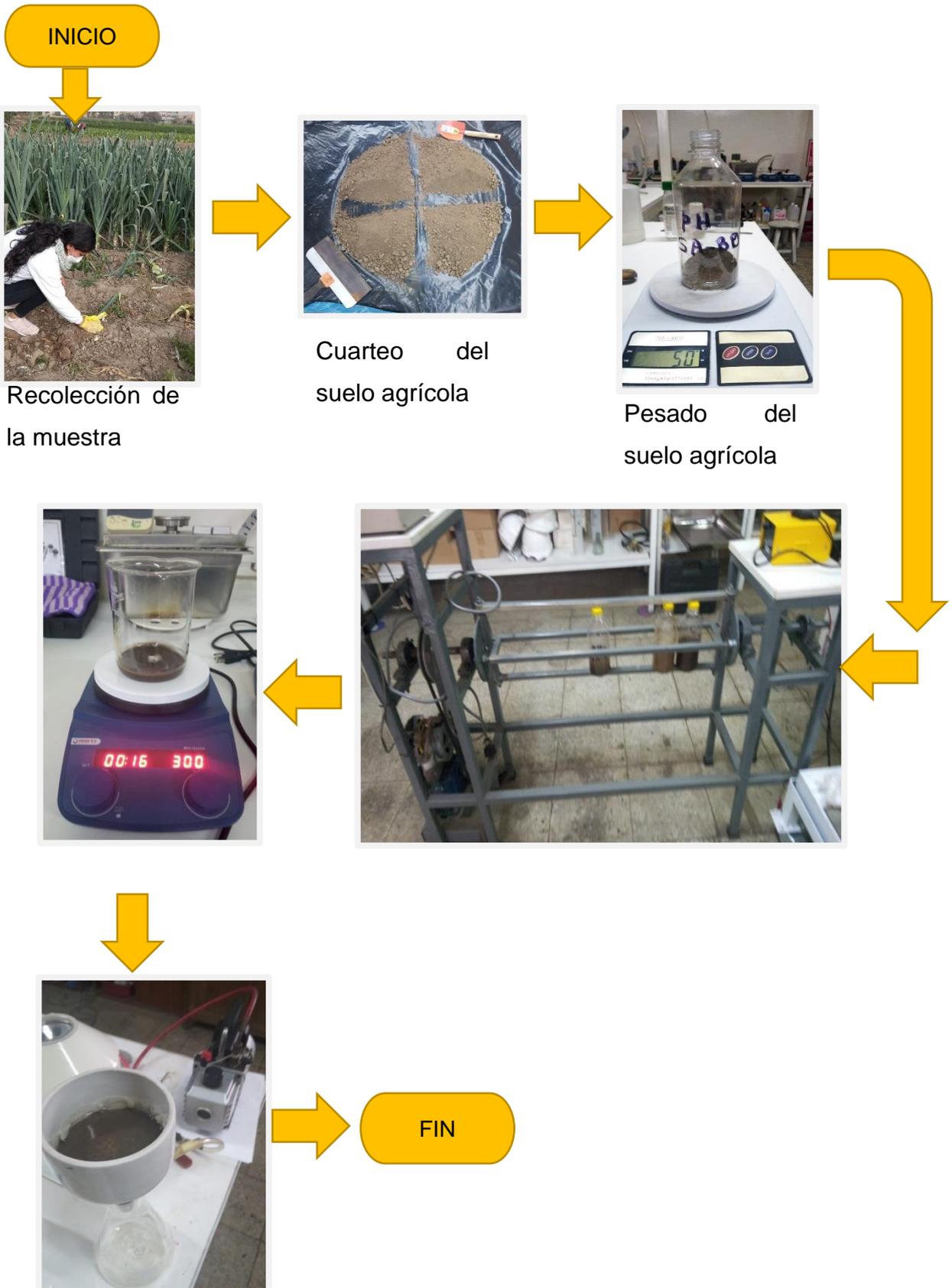
ANEXO 7: Análisis fisicoquímicos del almidón de *Ipomoea batatas*



ANEXO 8: Elaboración del bioplástico de *Opuntia ficus indica* reforzado con el almidón de *Ipomoea batatas*

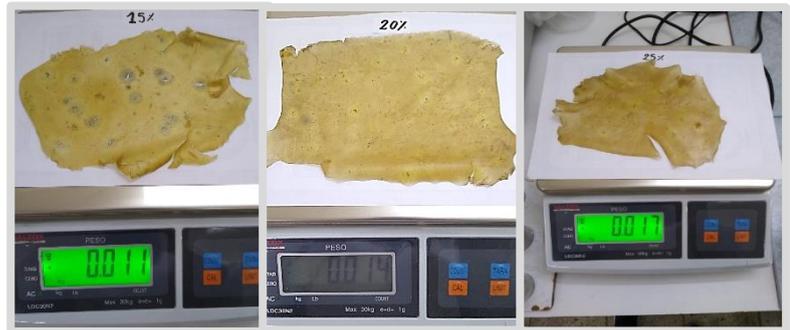
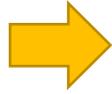


ANEXO 9: Análisis de la muestra de suelo agrícola del fundo de Puente Piedra- Perú



ANEXO 10: Evaluación de biodegradabilidad del bioplástico de *Opuntia ficus indica* con el reforzado de almidón *Ipomoea batatas*

INICIO



Pesado de las muestras (M2, M3 y M4)



Macetero, almácigo y semilla



Elaboración de la bolsa de bioplástico



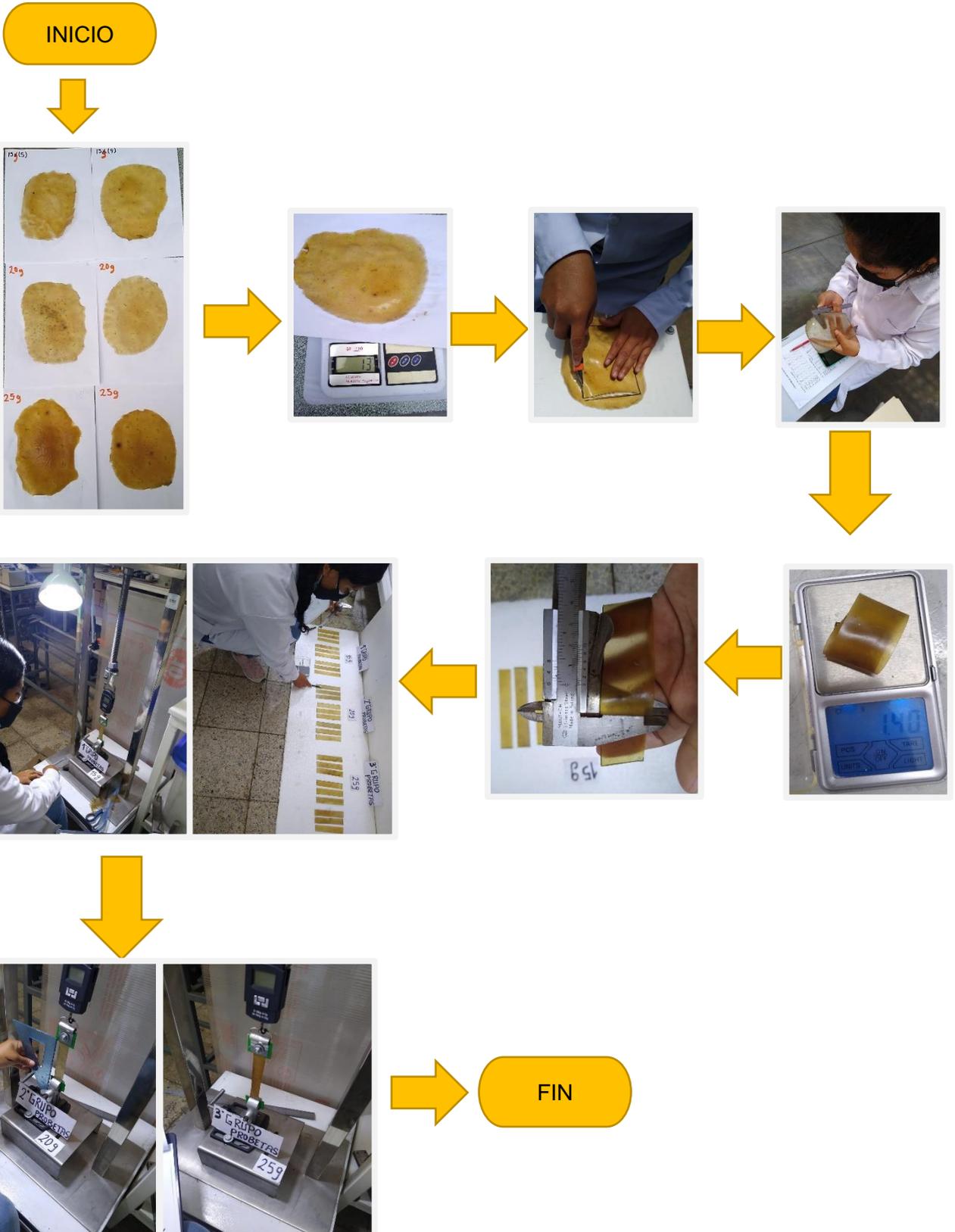
Pesado de suelo agrícola (2 kg)



Maceteros de betarraga

FIN

ANEXO 11: Determinar los parámetros mecánicos del bioplástico obtenido con *Opuntia ficus indica* reforzado con almidón de *Ipomoea batatas*



ANEXO 12: Resultados del laboratorio del *Opuntia ficus indica*

Propiedades físicas del *Opuntia ficus indica*

Muestra	Peso de la muestra g	Espesor de la hoja de tuna cm	Largo de la hoja de tuna cm	Volumen de hoja de tuna cm ³
HT - PF	1082	4	35	2800

Humedad del *Opuntia ficus indica* (método ASTM D 2116/ISO 2010)

Muestra	Peso de T g	Peso de T + PH g	Peso de T+PS g	Humedad %
HT – HP	459	592	472	25.42

Humedad del mucílago del *Opuntia ficus indica* (método ASTM D 2116/ISO 2010)

Muestra	Peso de T g	Peso de T + PH	Peso de T+PS	Humedad %
HT- HP	439	579	523	66.67

Parámetros físico química del mucílago del *Opuntia ficus indica* (método potenciométrico)

Muestra	Temperatura °C	Potencial de hidrógeno ácido/base	Conductividad eléctrica μS/cm	Potencial Redox mv
HT – PFQ	18	4.21	2440	15.43

Determinación de la viscosidad del mucílago del *Opuntia ficus indica* (Método Ostwald)

Viscosidad	Viscosidad del agua CP	Densidad del agua destilada gr/cm ³	Densidad del mucílago gr/cm ³	Tiempo del agua destilada segundos	Tiempo del mucílago segundos	Viscosidad del mucílago CP
VM - HT	1	1	1.09	11	55	0.218

CP: centipoise

VM - HT: Viscosidad del mucílago del *Opuntia ficus indica*

ANEXO 13: Resultados del laboratorio del *Ipomoea batata*

Rendimiento del residuo de *Ipomoea batata* (método físico)

Muestra	Peso inicial de camote c/c (g)	Peso final del camote s/c (g)	Rendimiento %
RIB – 1R	1165	1005	86.27
RIB – 2R	1205	1045	86.72
RIB – 3R	1186	1026	86.51
		CV	2.66

Propiedades físicas – químicas de *Ipomoea batata* rayado

Muestra	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno ácido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial Redox mv
IB – PFQ	18.7	4.69	4450	24.65

Humedad del residuo rayado después de obtener el almidón de *Ipomoea batata* (método ASTM D 2116 /ISO 2010)

Muestra	Peso T g	Peso T+ RCH g	Peso T + RCS g	Humedad %
RIB – RA	460	875	543	38

Rendimiento de almidón de *Ipomoea batata* (Método gravimétrico)

Muestra	Peso inicial de camote c/c (g)	Peso final de almidón de camote seco (g)	Rendimiento de almidón %
RIB – 1R	1005	138	13.73
RIB – 2R	1045	152	14.55
RIB – 3R	1026	145	14.13

Cálculo de la velocidad de sedimentación (Ley de Stoke)

Muestra	Aceleración de la gravedad cm/segundo	Densidad del almidón de camote gr/cm^3	Densidad del agua gr/cm^3	Viscosidad del agua $\text{cm}^2/\text{segundo}$	Diámetro del almidón μm	Velocidad de sedimentación cm/seg
SAC	981	1.5	100	100	10.8	31.78

ANEXO 14: Resultados del laboratorio del suelo agrícola_ biodegradación del bioplástico

Propiedades físicas y químicas del suelo agrícola

Muestra	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno ácido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial Redox mv
SA - BB	20	6.98	3002	-1.24

Humedad Gravimétrica del suelo

Muestra	Peso del crisol g	Peso del crisol + muestra húmeda g	Peso del crisol + muestra seca g	Humedad gravimétrica %
SA - BB	55.1647	58.9167	58.6974	5.84

Carbono Orgánico total del suelo agrícola

Muestra	Volumen gastado bk ml	Volumen gastado en la muestra ml	Peso de la muestra g	Normalidad del SF	Carbono orgánico total %	Materia Orgánica %
SA - BB	9.9	9.1	0.5103	0.9375	0.57	0.98

Capacidad de Intercambio Catiónico

Muestra	Volumen gastado bk ml	Volumen gastado en la muestra ml	Peso de la muestra g	Normalidad del NaOH	CIC Meq/100g
SA - BB	1.8	11.2	5.0097	0.1	17.67

ANEXO 15: Resultados de propiedades físicas y mecánicas del bioplástico

Observación organoléptica de bioplástico

Muestra	Forma	Elasticidad	Bioplástico	Contextura
B1-15 g	Regular	Baja	Flexible	Lisa
B2-20 g	Regular	Alta	Flexible	Lisa
B3-25 g	Regular	Media	Flexible	Lisa

Primer Grupo - Medidas del bioplástico Regular Inicial

Muestra	Largo cm	Ancho cm	Peso inicial g	Área cm ²	Espesor mm
B1- 1(15)	15	6	10	90	4
B1- 2(15)	12	4	10	48	4
B1- 3(15)	17	7	11	119	3
B1- 1(20)	12	10	11	120	5
B1- 2(20)	14	10	10	140	4
B1- 3(20)	14	10	15	140	5
B1- 1(25)	13	8	15	104	8
B1- 2(25)	12	8	12	96	6
B1- 3(25)	13	5	16	65	7

Segundo grupo - Medidas del bioplástico regular Inicial

Muestra	Largo cm	Ancho cm	Peso inicial g	Área cm ²	Espesor mm
B2- 1(15)	15	5	11	75	4
B2- 2(15)	12	5	10	60	4
B2- 3(15)	15	7	12	105	4
B2- 1(20)	13	10	12	130	4
B2- 2(20)	15	10	13	150	6
B2- 3(20)	11	6	16	66	6
B2- 1(25)	11	11	12	121	8
B2- 2(25)	16	8	16	128	8
B2- 3(25)	13	3	14	39	6

Tercer grupo - Medidas del bioplástico regular Inicial

Muestra	Largo cm	Ancho cm	Peso inicial g	Área cm ²	Espesor mm
B3- 1(15)	12	4	13	48	3
B3- 2(15)	13	6	11	78	6
B3- 3(15)	13	7	9	91	5
B3- 1(20)	13	10	16	130	5
B3- 2(20)	14	10	14	140	5
B3- 3(20)	13	8	15	104	6
B3- 1(25)	11	6	13	66	8
B3- 2(25)	11	2	16	22	8
B3- 3(25)	11	2	11	22	6

Primer grupo – Medidas de las probetas

Muestra	Largo cm	Ancho cm	Peso inicial de probeta g	Área inicial probeta cm ²	Espesor inicial probeta mm
B1- 1(15)	11	2.5	1.63	27.5	4.00
B1- 2(15)	11	2.5	1.53	27.5	3.90
B1- 3(15)	11	2.5	1.47	27.5	3.85
B1- 1(20)	11	2.5	2.37	27.5	10.00
B1- 2(20)	11	2.5	2.39	27.5	10.20
B1- 3(20)	11	2.5	2.34	27.5	9.95
B1- 1(25)	11	2.5	3.07	27.5	11.63
B1- 2(25)	11	2.5	3.02	27.5	11.52
B1- 3(25)	11	2.5	3.00	27.5	11.49

Segundo grupo – Medidas de las probetas

Muestra	Largo cm	Ancho cm	Peso inicial probeta g	Área inicial probeta cm ²	Espesor inicial probeta mm
B2- 1(15)	12	2.5	1.60	30	3.95
B2- 2(15)	12	2.5	1.59	30	4.01
B2- 3(15)	12	2.5	1.56	30	3.79
B2- 1(20)	12	2.5	2.42	30	10.10
B2- 2(20)	12	2.5	2.40	30	10.09
B2- 3(20)	12	2.5	2.44	30	9.98
B2- 1(25)	12	2.5	3.10	30	11.60
B2- 2(25)	12	2.5	3.09	30	11.59
B2- 3(25)	12	2.5	3.08	30	11.57

Tercer grupo – Medidas de las probetas

Muestra	Largo cm	Ancho cm	Peso inicial de probeta g	Área cm ²	Espesor mm
B3- 1(15)	13	2.5	1.63	32.5	3.98
B3- 2(15)	13	2.5	1.61	32.5	4.00
B3- 3(15)	13	2.5	1.62	32.5	3.96
B3- 1(20)	13	2.5	2.45	32.5	10.00
B3- 2(20)	13	2.5	2.48	32.5	10.10
B3- 3(20)	13	2.5	2.46	32.5	10.11
B3- 1(25)	13	2.5	3.12	32.5	11.60
B3- 2(25)	13	2.5	3.11	32.5	11.58
B3- 3(25)	13	2.5	3.13	32.5	11.54

Primer grupo: Pruebas Mecánicas de tracción

Muestra	Área Inicial m ²	Fuerza Aplicada Kg-f	Tracción Kg-f/mm ²	Módulo de Young N/m ²
B1- 1(15)	0.00250	0.11266	2.229x10 ⁻⁶	5.968
B1- 2(15)	0.00250	0.11275	2.227x10 ⁻⁶	5.575
B1- 3(15)	0.00250	0.11278	2.228X10 ⁻⁶	6.373
B1- 1(20)	0.00250	0.25561	5.049X10 ⁻⁶	23.471
B1- 2(20)	0.00250	0.25585	5.056X10 ⁻⁶	22.589
B1- 3(20)	0.00250	0.25570	5.051X10 ⁻⁶	24.382
B1- 1(25)	0.00250	0.19023	3.758X10 ⁻⁶	16.124
B1- 2(25)	0.00250	0.19020	3.757X10 ⁻⁶	16.793
B1- 3(25)	0.00250	0.19022	3.757X10 ⁻⁶	15.451

Primer grupo: Pruebas físicas

Muestra	Elongación adimensional	Deformación %	Reducción del área	Ley Hooke
B1- 1(15)	0.18	18	0.23	0.89521
B1- 2(15)	0.19	19	0.26	0.78045
B1- 3(15)	0.20	20	0.24	1.01963
B1- 1(20)	0.27	27	0.14	6.10233
B1- 2(20)	0.26	26	0.17	5.64725
B1- 3(20)	0.28	28	0.18	6.58309
B1- 1(25)	0.21	21	0.21	3.86966
B1- 2(25)	0.20	20	0.22	4.19819
B1- 3(25)	0.19	19	0.19	3.55372

SEGUNDO GRUPO: Pruebas Mecánicas

Segundo grupo: Pruebas Mecánicas de Tracción

Muestra	Área Inicial m ²	Fuerza Aplicada Kg-f	Tracción Kg/mm ²	Módulo de Young N/m ²
B2- 1(15)	0.00250	0.11259	2.224x10 ⁻⁶	7.952
B2- 2(15)	0.00250	0.11267	2.236x10 ⁻⁶	7.560
B2- 3(15)	0.00250	0.11281	2.228X10 ⁻⁶	7.171
B2- 1(20)	0.00250	0.25565	5.058X10 ⁻⁶	22.571
B2- 2(20)	0.00250	0.25578	5.052X10 ⁻⁶	25.293
B2- 3(20)	0.00250	0.25579	5.053X10 ⁻⁶	24.390
B2- 1(25)	0.00250	0.19027	3.764X10 ⁻⁶	14.783
B2- 2(25)	0.00250	0.19035	3.766X10 ⁻⁶	14.117
B2- 3(25)	0.00250	0.19042	3.768X10 ⁻⁶	14.117

Segundo grupo: Pruebas físicas

Muestra	Elongación Adimensional	Deformación %	Reducción Adimensional	Ley Hooke Kg/mm ²
B2- 1(15)	0.16	16	0.24	1.59049
B2- 2(15)	0.15	15	0.25	1.43644
B2- 3(15)	0.17	17	0.23	1.29082
B2- 1(20)	0.25	25	0.15	5.64283
B2- 2(20)	0.26	26	0.16	7.08197
B2- 3(20)	0.23	23	0.12	6.58541
B2- 1(25)	0.24	24	0.19	3.25227
B2- 2(25)	0.24	24	0.20	2.96458
B2- 3(25)	0.23	23	0.18	3.55746

TERCER GRUPO: Pruebas Mecánicas

Tercer grupo: Pruebas Mecánicas de tracción

Muestra	Área Inicial cm ²	Fuerza Aplicada Kg	Tracción Kg/mm ²	Módulo de Young Kg/mm ²
B3- 1(15)	0.00250	0.11256	2.223x10 ⁻⁶	7.553
B3- 2(15)	0.00250	0.11268	2.226x10 ⁻⁶	7.959
B3- 3(15)	0.00250	0.11282	2.229X10 ⁻⁶	7.172
B3- 1(20)	0.00250	0.25568	5.050X10 ⁻⁶	23.477
B3- 2(20)	0.00250	0.25577	5.052X10 ⁻⁶	24.388
B3- 3(20)	0.00250	0.25579	5.053X10 ⁻⁶	25.294
B3- 1(25)	0.00250	0.19026	3.758X10 ⁻⁶	12.767
B3- 2(25)	0.00250	0.19029	3.759X10 ⁻⁶	14.113
B3- 3(25)	0.00250	0.19039	3.761X10 ⁻⁶	15.465

Tercer grupo: Pruebas Físicas

Muestra	Elongación	Deformación %	Reducción	Ley Hooke Kg/mm ²
B3- 1(15)	0.19	19	0.21	1.43504
B3- 2(15)	0.20	20	0.20	1.59176
B3- 3(15)	0.18	18	0.23	1.29093
B3- 1(20)	0.26	26	0.15	6.10401
B3- 2(20)	0.27	27	0.16	6.58489
B3- 3(20)	0.28	28	0.12	7.08225
B3- 1(25)	0.19	19	0.19	2.42564
B3- 2(25)	0.21	21	0.20	2.96364
B3- 3(25)	0.23	23	0.18	3.55690

ANEXO 16: Certificados de instrumentos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : SANDRA NAJARRO GAMBOA

Procedencia de muestra : Fundo Gallinazo Puente Piedra

Recepción de muestra : Lima, 09 de Noviembre del 2021

Análisis de suelo Agrícola

Muestra	Temperatura °C	Potencial de hidrogeno Acido/base	Conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$	Potencial Redox mv
SA - BB	20	6.98	3002	-124

Muestra	CIC meq/100g	Materia Organica %	Carbono Orgánico Total %	Humedad gravimétrica %
SA - BB	17.67	2.56	1.49	5.84

Método Potenciométrico, Método de Walkley – Black, Norma ASTM 2216, Método de Acetato de Amonio pH7 – 1N.

Lima, 15 Noviembre del 2021


MSc. Atilio Márquez Apolaya
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245
e-mail: labespectro@uni.edu.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

Q21-79-6

8. RESULTADOS

Temperatura Ambiental Inicial: 23,1 °C Final: 23,0 °C
Humedad Relativa Inicial: 65,3 %hr Final: 65,3 %hr

Indicación del equipo % brix	Indicación del patrón % brix	Error % brix	Incertidumbre % brix
0,00	0,00	0,00	0,29
20,00	20,00	0,00	0,29
50,00	50,00	0,00	0,29
70,00	70,00	0,00	0,29

Fin del Documento

SIMSAC



Versión 01
Enero - 2020

Dirección: Jr. Santa María N° 339; Urb. Palao, San Martín de Porres, Lima
☎ 969 154 345 / 991 367 244 / 953 529 845 / 991 172 177
✉ ventas@slmsacperu.com / www.slmsacperu.com

Página 3 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

Q21-79-6

5. TRAZABILIDAD

Los patrones utilizados en la calibración son trazables a los patrones del INACAL-DM:

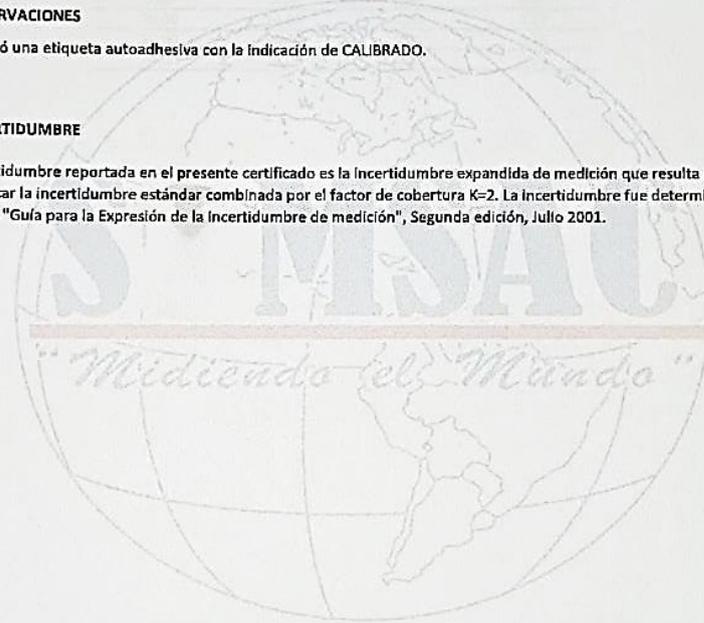
INSTRUMENTO	CERTIFICADO	IDENTIFICACIÓN
Balanza Analítica	M-1246-2020	LM-01
Saccharose	16765301	RE3451

6. OBSERVACIONES

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

7. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $K=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre de medición", Segunda edición, Julio 2001.



SIMSAC



Versión 01
Enero - 2020

Dirección: Jr. Santa María N° 339; Urb. Palao, San Martín de Porres, Lima
☎ 969 154 345 / 991 367 244 / 953 529 845 / 991 172 177
✉ ventas@simsacperu.com / www.simsacperu.com

Página 2 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

Q21-79-6

5. TRAZABILIDAD

Los patrones utilizados en la calibración son trazables a los patrones del INACAL-DM:

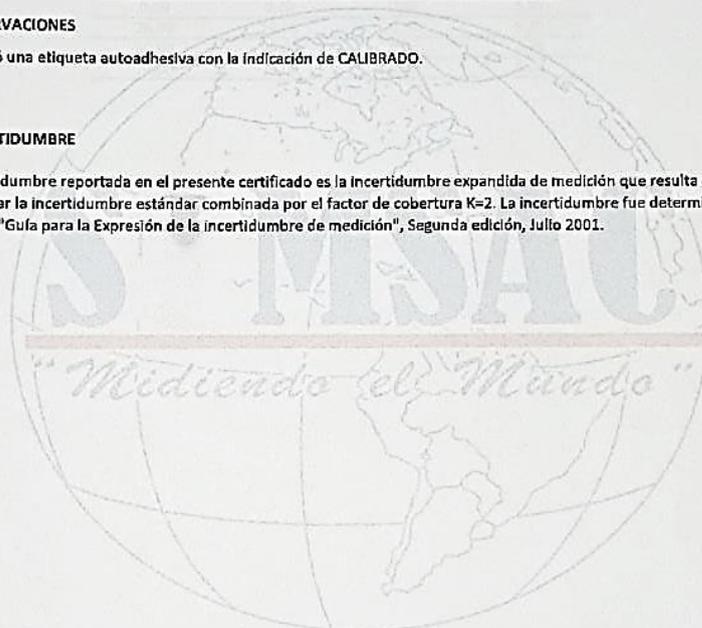
INSTRUMENTO	CERTIFICADO	IDENTIFICACIÓN
Balanza Analítica	M-1246-2020	LM-01
Saccharose	16765301	RE3451

6. OBSERVACIONES

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

7. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $K=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre de medición", Segunda edición, Julio 2001.



SIMSAC



Versión 01
Enero - 2020

Dirección: Jr. Santa María N° 339; Urb. Palao, San Martín de Porres, Lima
☎ 969 154 345 / 991 367 244 / 953 529 845 / 991 172 177
✉ ventas@simsacperu.com / www.simsacperu.com

Página 2 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

Q21-79-6

Fecha de Emisión : 2021-05-03

Orden de Servicio: 0079-00
Expediente: 0243/348

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante : LC INGENIERIA CONSULTORA DEL PERU SAC
Dirección : Cal. 1 Mz B lote 31 Asc. Los Olivos Villa Lima, San Martín de Porres, Lima

2. INSTRUMENTO : REFRACTÓMETRO

Marca : ATC
Modelo : SDB-80ATC
Serie : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Alcance : 0 %brix a 80 %brix
Resolución : 0,5 %brix

Los resultados presentados en este certificado de calibración son válidos solamente para este Instrumento en las condiciones que es realizada la calibración.

Servicios Industriales y Metrologicos S.A.C. (SIMSAC) no se responsabiliza del uso inadecuado del Instrumento.

SIMSAC no es responsable de la inadecuada Interpretación de los resultados presentados en este certificado de calibración.

El presente certificado de calibración carece de validez sin las firmas y sellos de SIMSAC.

Los resultados presentados en este certificado de calibración son trazables a patrones nacionales o internacionales de acuerdo al sistema internacional de medida (SI).

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN

Fecha de Calibración : 2021-05-03
Ubicación : Instalaciones de SIMSAC.
Dirección : Jr. Santa María N° 339; Urb. Palao, San Martín de Porres, Lima

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con patrones trazables al INACAL - DM o patrones internacionales.


Adriano Gálvez Villaseca
Responsable de Laboratorio
SIMSAC

SIMSAC



Versión 01
Enero - 2020

Dirección: Jr. Santa María N° 339; Urb. Palao, San Martín de Porres, Lima
☎ 969 154 345 / 991 367 244 / 953 529 845 / 991 172 177
✉ ventas@slmsacperu.com / www.slmsacperu.com

Página 1 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

M21-110-1

Fecha de Emisión: 2021-06-07

Orden de Servicio: 0110-00
Expediente :0243/417

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante : LC INGENIERIA CONSULTORA ASESORIA DEL PERU SAC
Dirección : Cal. 1 Mz B lote 31 Asc. Los Olivos Villa Lima, San Martín de Porres, Lima

2. INSTRUMENTO : DINAMÓMETRO

Tipo : ELECTRÓNICA

Marca : NO INDICA

Modelo : NO INDICA

Serie : SIM2021258

Alcance : 5 kg

División de Escala : 0,005 kg

División de Verificación (e): 0,005 kg

Clase : IIII

Procedencia : NO INDICA

Identificación : SIM2021258

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2021-06-07

Ubicación : LABORATORIO

Dirección : Cal. 1 Mz B lote 31 Asc. Los Olivos Villa Lima, San Martín de Porres, Lima

Los resultados presentados en este certificado de calibración son válidos solamente para este instrumento en las condiciones que es realizada la calibración.

Servicios Industriales y Metrologicos S.A.C. (SIMSAC) no se responsabiliza del uso inadecuado del instrumento.

SIMSAC no es responsable de la inadecuada interpretación de los resultados presentados en este certificado de calibración.

El presente certificado de calibración carece de validez sin las firmas y sellos de SIMSAC.

Los resultados presentados en este certificado de calibración son trazables a patrones nacionales o internacionales de acuerdo al sistema internacional de medida (SI).


Adriano Gálvez Villaseca
Responsable de laboratorio
SIMSAC



Versión 01
Enero - 2020

Dirección: Jr. Santa María N° 339; Urb. Palao, San Martín de Porres, Lima
☎ 969 154 345 / 991 367 244 / 953 529 845 / 991 172 177
✉ ventas@simsacperu.com / www.simsacperu.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

M21-110-1

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Se tomó como referencia para la calibración el método de comparación directa según el PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII", INACAL-DM, Mayo 2019.

5. TRAZABILIDAD DE LA CALIBRACIÓN

INSTRUMENTO	CERTIFICADO	IDENTIFICACIÓN
Juego de Pesas	M-1249-2020	JPM2-01

6. OBSERVACIONES

Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO en el dinamómetro.
Según la NMP 003-2009 la capacidad mínima para este dinamómetro es 0,05 kg.
De acuerdo a los registros del cliente, la temperatura del lugar de calibración varía entre 18 °C a 35 °C.
No se realizó ningún tipo de ajuste.
Se ha considerado el valor $1,00 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ para el coeficiente de deriva de la indicación con respecto a la temperatura.
SIMSAC asignó la identificación al instrumento.

7. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $K=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre de medición", Segunda edición, Julio 2001.

SIMSAC



Versión 01
Enero - 2020

Dirección: Jr. Santa María N° 339; Urb. Palao, San Martín de Porres, Lima
☎ 969 154 345 / 991 367 244 / 953 529 845 / 991 172 177
✉ ventas@simsacperu.com / www.simsacperu.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

M21-110-1

B. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No tiene
OSCILACIÓN LIBRE	No tiene	CURSOR	No tiene
PLATAFORMA	No tiene	NIVELACIÓN	No tiene
SISTEMA DE TRABA	No tiene		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD		
	Inicial	Final
Temperatura (°C)	21,4	21,5
Humedad Relativa (%HR)	66,4	65,4

Medición N°	Carga L1 = 2,5 kg			Carga L2 = 5 kg		
	I (kg)	ΔI (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔI(kg)	E (kg)
1	2,505	0,0030	0,0045	5,010	0,0030	0,0095
2	2,505	0,0030	0,0045	5,010	0,0025	0,0100
3	2,505	0,0025	0,0050	5,010	0,0020	0,0105
4	2,505	0,0030	0,0045	5,010	0,0025	0,0100
5	2,505	0,0020	0,0055	5,010	0,0030	0,0095
6	2,505	0,0025	0,0050	5,010	0,0030	0,0095
7	2,505	0,0025	0,0050	5,010	0,0025	0,0100
8	2,505	0,0030	0,0045	5,010	0,0020	0,0105
9	2,505	0,0030	0,0045	5,010	0,0030	0,0095
10	2,505	0,0030	0,0045	5,010	0,0025	0,0100

Carga	Diferencia Máxima (kg)	± e.m.p. (kg)
2,5 kg	0,0010	0,005
5 kg	0,0010	0,005

SIMSAC



Versión 01
 Enero - 2020

Dirección: Jr. Santa María N° 339; Urb. Palacio, San Martín de Porres, Lima
 ☎ 969 154 345 / 991 367 244 / 953 529 845 / 991 172 177
 ✉ ventas@simsacperu.com / www.simsacperu.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

M21-110-1

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	21,4	21,5
Humedad Relativa (%HR)	65,4	65,4

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± e m p. (kg)
	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	l (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
E ₀ 0,010	0,010	0,0030	-0,0005	0,0000					0,005
0,050	0,050	0,0030	-0,0005	0,0000	0,050	0,0020	0,0005	0,0010	0,005
0,200	0,205	0,0020	0,0055	0,0060	0,205	0,0025	0,0050	0,0055	0,005
0,300	0,305	0,0030	0,0045	0,0050	0,305	0,0025	0,0050	0,0055	0,010
1,000	1,005	0,0030	0,0045	0,0050	1,005	0,0030	0,0045	0,0050	0,010
1,500	1,505	0,0030	0,0045	0,0050	1,505	0,0020	0,0055	0,0060	0,015
2,000	2,005	0,0030	0,0045	0,0050	2,005	0,0030	0,0045	0,0050	0,015
3,000	3,010	0,0020	0,0105	0,0110	3,010	0,0025	0,0100	0,0105	0,015
4,000	4,010	0,0025	0,0100	0,0105	4,010	0,0030	0,0095	0,0100	0,015
4,500	4,510	0,0025	0,0100	0,0105	4,510	0,0025	0,0100	0,0105	0,015
5,000	5,010	0,0025	0,0100	0,0105	5,010	0,0025	0,0100	0,0105	0,015

Lectura Corregida : $R_{\text{corregida}} = (R - 2,57 \times 10^{-3} \times R) \text{ kg}$

Incertidumbre de Medición : $U = 2 \times (5,38 \times 10^{-3} \times R^2 + 4,41 \times 10^{-6})^{1/2} \text{ kg}$

Para cargas menores a 5 kg

- | | | |
|------------------------------------|-----------------------|---|
| L : Carga aplicada al dinamómetro. | E : Error encontrado. | U : Incertidumbre expandida de la lectura corregida. |
| l : Indicación del dinamómetro. | EO : Error en cero. | |
| ΔL : Carga adicional. | Ec : Error corregido. | R : Lectura del dinamómetro posterior a la calibración expresada en (kg). |

Fin del Documento

SIMSAC



Versión 01
 Enero - 2020

Dirección: Jr. Santa María N° 339; Urb. Palao, San Martín de Porres, Lima
 ☎ 969 154 345 / 991 367 244 / 953 529 845 / 991 172 177
 ✉ ventas@simsacperu.com / www.simsacperu.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Masa

M21-110-1

Fecha de Emisión: 2021-06-07

Orden de Servicio: 0110-00
Expediente :0243/417

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Solicitante : LC INGENIERIA CONSULTORA ASESORIA DEL PERU SAC
Dirección : Cal. 1 Mz B lote 31 Asc. Los Olivos Villa Lima, San Martín de Porres, Lima

2. INSTRUMENTO : DINAMÓMETRO

Tipo : ELECTRÓNICA

Marca : NO INDICA

Modelo : NO INDICA

Serie : SIM2021258

Alcance : 5 kg

División de Escala : 0,005 kg

División de Verificación (e): 0,005 kg

Clase : IIII

Procedencia : NO INDICA

Identificación : SIM2021258

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha de Calibración : 2021-06-07

Ubicación : LABORATORIO

Dirección : Cal. 1 Mz B lote 31 Asc. Los Olivos Villa Lima, San Martín de Porres, Lima

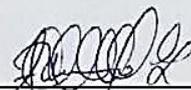
Los resultados presentados en este certificado de calibración son válidos solamente para este instrumento en las condiciones que es realizada la calibración.

Servicios Industriales y Metroológicos S.A.C. (SIMSAC) no se responsabiliza del uso inadecuado del instrumento.

SIMSAC no es responsable de la inadecuada interpretación de los resultados presentados en este certificado de calibración.

El presente certificado de calibración carece de validez sin las firmas y sellos de SIMSAC.

Los resultados presentados en este certificado de calibración son trazables a patrones nacionales o internacionales de acuerdo al sistema Internacional de medida (SI).


Adriano Gálvez Villaseca
Responsable de Laboratorio
SIMSAC



Versión 01
Enero - 2020

Dirección: Jr. Santa María N° 339; Urb. Palao, San Martín de Porres, Lima
☎ 969 154 345 / 991 367 244 / 953 529 845 / 991 172 177
✉ ventas@simsacperu.com / www.simsacperu.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Química y Densidad

Q21-70-1

Fecha de Emisión: 2021-04-22

Orden de Trabajo: 0070-00

Expediente: 0243/275

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : LC INGENIERIA CONSULTORA DEL PERU SAC

Dirección : Cal. 1 Mz B lote 31, Asc. Los Olivos Villa Lima,
 San Martín de Porres, Lima

2. INSTRUMENTO : MULTIPARÁMETRO

Tipo : Digital
 Marca : EZODO
 Serie : 060331
 Modelo-Tipo : PL-700AL
 Identificación : SIM2021118
 Alcance : -2 pH a 16 pH / 0 a 100.0 mS/cm
 Resolución : 0,01 pH/ 0,1 uS/cm
 Procedencia : TAIWAN

3. LUGAR DE Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Calibrado en el laboratorio de Química y Densidad de SIMSAC el
 2021-04-20.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación directa con soluciones
 de buffer de pH y conductividad.

5. TRAZABILIDAD

Los patrones utilizados en la calibración son trazables a los
 patrones del servicio nacional de metrología:

Patrón Utilizado	Trazabilidad
Soluciones estándares	Lote: 3831; 4104; 4130; 1583; 3591 y 3212
Termómetro	CC-0089-2021
Termohigrómetro	T-1550-2020

Los resultados presentados en este certificado de calibración son válidos solamente para este instrumento en las condiciones que es realizada la calibración. Servicios Industriales y Metrología S.A.C. (SIMSAC) no se responsabiliza del uso inadecuado del instrumento.

SIMSAC no es responsable de la inadecuada interpretación de los resultados presentados en este certificado de calibración.

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de SIMSAC.

El presente certificado de calibración carece de validez sin las firmas y sellos de SIMSAC.

Los resultados presentados en este certificado de calibración son trazables a patrones nacionales o internacionales de acuerdo al sistema internacional de medida (SI).


Alan Araujo Campos
 Dpto. Metrología
 SIMSAC

SIMSAC



Versión 01
 Enero -2020

Dirección: Jr. Santa María N° 339 Urb. Palao, San Martín de Porres, Lima
 Teléfonos: 969 154 345 / 991 367 244 / 953 529 845 / 991 172 177
 Email: ventas@simsacperu.com / www.simsacperu.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Volumen y Química

Q21-70-1

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	25,2	25,4
Humedad Relativa (%hr)	65,1	65,3

6. RESULTADOS

Indicación del Equipo (pH)	Valor Patrón (pH)	Corrección (pH)	Incertidumbre (pH)
3,99	4,01	0,02	0,03
7,03	7,01	-0,02	0,03
10,02	10,01	-0,01	0,04

Indicación del Equipo (uS/cm)	Valor Patrón (uS/cm)	Corrección (uS/cm)	Incertidumbre (uS/cm)
84,1	84,0	-0,10	0,03
1412	1413,0	1,00	0,30
12890	12880,0	-10,00	0,30

7. OBSERVACIONES

Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO en la caja del Instrumento.

La incertidumbre reportada es la incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k = 2$ para una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

Fin del Documento

SIMSAC



Versión 01
Enero -2020

Dirección: Jr. Santa María N° 339 Urb. Palao, San Martín de Porres, Lima
Teléfonos: 969 154 345 / 991 367 244 / 953 529 845 / 991 172 177
Email: ventas@simsacperu.com / www.simsacperu.com

